

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEL AĞRILI HASTALARDA SOLUNUM TİPİNİN DERİN
SPİNAL STABİLİZATÖR KAS KALINLIKLARI ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Osman Şenol YILDIZ

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEL AĞRILI HASTALARDA SOLUNUM TİPİNİN DERİN
SPİNAL STABİLİZATÖR KAS KALINLIKLARI ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Osman Şenol YILDIZ

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Sevil BİLGİN**

ANKARA

2023

**BEL AĞRILI HASTALARDA SOLUNUM TİPİNİN DERİN SPİNAL
STABİLİZATÖR KAS KALINLIKLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Öğrenci: Osman Şenol YILDIZ

Danışman: Prof. Dr. Sevil BİLGİN

Bu tez çalışması 05.01.2023 tarihinde jürimiz tarafından “Nöroloji Fizyoterapistliği Programı”nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Nezire KÖSE (Hacettepe Üniversitesi)
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Sevil BİLGİN (Hacettepe Üniversitesi)
Üye	Prof. Dr. İlke KESER (Gazi Üniversitesi)
Üye	Doç. Dr. Aynur DEMİREL (Hacettepe Üniversitesi)
Üye	Doç. Dr. Yeliz SALCI (Hacettepe Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır. Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim. Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ¹

oX Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ²

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmişti

05/01/2023

Osman Şenol YILDIZ

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Prof. Dr. Sevil BİLGİN danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.

Fzt. Osman şenol YILDIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren hiçbir zaman kıymetli destek ve katkılarını esirgemeyen, beni her zaman çalışmaya teşvik eden çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sevil BİLGİN'e,

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Laboratuvarı'nın tüm imkanlarını ultrason ölçümleri için kullanımına sunan ve çok değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. A. Ruhi SOYLU'ya,

Ultrason ölçümlerinde bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan Sayın Dr. Fzt. Esra DÜLGER'e,

Tezimin istatistiksel analizini yapan ve her türlü desteği veren Sayın Öğr. Gör. Bayram GÖKTAŞ'a,

Hayatımın her döneminde her türlü desteği veren ve bana daima güvenen sevgili annem Ayşe Yıldız'a ve sevgili babam Salih YILDIZ'a,

Akademik tecrübesini her zaman benimle paylaşan ve bu tezde katkısı çok olan biricik kardeşim Arş. Gör. Ebru YILDIZ'a,

Tez çalışmamın başından itibaren çok büyük bir anlayış ve fedakarlık gösteren, bilgi ve tecrübesine her zaman başvurduğum, bu süreçteki en büyük yardımcım çok değerli eşim Uzm. Fzt. Merve YILDIZ'a,

Varlığıyla her zaman beni dünyanın en mutlu insanı yapan biricik kızım en kıymetlim Ayşegül Ayyüce YILDIZ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Yıldız OŞ. Bel ağrılı hastalarda solunum tipinin derin spinal stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü NörolojiFizyoterapistliği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023.

Diyafragma, Transversus Abdominis (TrA) ve pelvik tabanı oluşturan kaslar hem lumbal stabilizasyonda hem de solunum fonksiyonunda görev alan kaslardır. Bu kasların tonik aktivitesi ile stabilite korunurken transversus abdominis ve diyafragma solunumda koordine bir şekilde hareket eder. Bel ağrısıyla bu stabilite kaslarının zayıf nöromüsküler kontrolü potansiyel olarak solunumu olumsuz yönde etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı bel ağrılı bireylerde solunum paterninin derin stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya 51 bel ağrılı ve 51 sağlıklı birey dahil edildi. Katılımcıların solunum paterni Solunum Hareketinin Manuel Değerlendirilmesi yöntemi ile, TrA ve lumbal multifidus (MF) kas kalınlıkları ultrason ile değerlendirildi. Bel ağrılı bireylerin ağrı seviyeleri Vizüel Analog Skala (VAS) ile, özür seviyeleri Oswestry Özür İndeksi (OÖİ) ile değerlendirildi. Bel ağrılı grubun %62,7'si torasik solunum %37,3'ü diyafragmatik solunum yaparken, sağlıklı grubun %66,7'si diyafragmatik solunum, %33,3'ü torasik solunum yapmaktaydı. Gruplar arasında solunum paterni yönünden anlamlı fark vardı ($p=0.003$). Bel ağrılı grubun daha çok torasik solunum, sağlıklı grubun ise daha çok diyafragmatik solunum yaptığı görüldü. Torasik solunum yapan bel ağrılı bireylerin TrA ve lumbal MF kas kalınlık değişimleri daha düşüktü ($p=0.003$, $p=0.002$, $p=0.006$, $p=0.013$) Diyafragmatik solunum yapan bel ağrılı bireylerin ise sağ TrA kalınlık değişimi (%) daha düşüktü ($p=0.023$). Bel ağrılı gruptaki bireylerin solunum paternleri ile VAS değerleri (cm) arasında anlamlı bir fark bulundu ($p=0.015$). Torasik solunum yapan bireylerin VAS değerleri daha yüksekti. Bel ağrılı grupta torasik solunum ve diyafragmatik solunum yapanlar arasında OÖİ skorları ve ağrı süreleri açısından anlamlı bir fark bulunamadı ($p=0.391$, $p=0.328$). Çalışmanın sonucunda solunum paterninin derin stabilizatör kasların kas kalınlıklarını etkilediği görüldü. Bel ağrılı grupta torasik solunum yapanların diyafragmatik solunum yapanlara göre TrA ve lumbal MF kaslarının kas kalınlıkları azalmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bel ağrısı, solunum, ağrı şiddeti, diyafragma

ABSTRACT

Yıldız OŞ. Investigation of the effect of breathing type on deep spinal stabilizer muscle thicknesses in patients with low back pain. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Neurology Physiotherapist Master Thesis, Ankara, 2023. The diaphragm, Transversus Abdominis (TrA) and pelvic floor muscles are the muscles involved in both lumbar stabilization and respiratory function. While maintaining stability with the tonic activity of these muscles, the transversus abdominis and diaphragm act in a coordinated manner in breathing. With low back pain, poor neuromuscular control of these stability muscles can potentially adversely affect breathing. The aim of this study was to examine the effect of breathing pattern on deep stabilizer muscle thicknesses in individuals with low back pain. 51 low back pain and 51 healthy individuals were included in the study. The respiratory pattern of the participants was evaluated by Manual Evaluation of Respiratory Movement method, and TrA and lumbar multifidus (MF) muscle thicknesses were evaluated by ultrasound. Pain levels of individuals with low back pain were evaluated with the Visual Analogue Scale (VAS), and disability levels were evaluated with the Oswestry Disability Index (ODI). While 62,7% of the group with low back pain had thoracic breathing and 37,3% of them were diaphragmatic breathing, 66,7% of the healthy group was doing diaphragmatic breathing and 33,3% was thoracic breathing. There was a significant difference in respiratory pattern between the groups ($p=0.003$). It was observed that the group with low back pain did more thoracic breathing, and the healthy group did more diaphragmatic breathing. TrA and lumbar MF muscle thickness changes were lower in individuals with low back pain breathing thoracically ($p=0.003$, $p=0.002$ $p=0.006$ $p=0.013$) In individuals with low back pain breathing diaphragmatically, right TrA thickness change (%) was lower ($p=0.023$). A significant difference was found between respiratory patterns and VAS values (cm) of individuals in the low back pain group ($p=0.015$). Individuals with thoracic respiration had higher VAS values. In the low back pain group, no significant difference was found between the thoracic and diaphragmatic breathing groups in terms of ODI scores and pain duration ($p=0.391$, $p=0.328$). As a result of the study, it was seen that the breathing pattern affected the muscle thickness of the deep stabilizer muscles. In the group with low back pain, the thickness of the TrA and lumbar MF muscles of the thoracic and diaphragmatic respiratory muscles decreased.

Key words: Low back pain, respiration, pain intensity, diaphragm

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Lumbal Stabilizasyon	3
2.2. Anatomik Yapı ve Fonksiyon	4
2.2.1. Diyafragma	4
2.2.2. Transversus Abdominis	5
2.2.3. Multifidus	6
2.2.4. Pelvik Taban Kasları	7
2.3. Bel Ağrısı	8
2.4. Bel Ağrısı Ve Stabilizatör Kaslar	10
2.4.1. Bel Ağrısında Transversus Abdominis Kasındaki Değişimler	10
2.4.2. Bel Ağrısında Diyaframadaki Değişimler	10
2.4.3. Bel Ağrısında Multifidus Kasındaki Değişimler	11
2.4.4. Bel Ağrısında Pelvik Taban Kaslarındaki Değişimler	11
2.5. Solunum Modeli ve Tipik Değişiklikler	11
2.5.1. Bel Ağrısı ve Solunum İlişkisi	13
3.BİREYLER VE YÖNTEM	20
3.1. Bireyler	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Bireylerin Demografik Özellikleri	21
3.2.2. Ağrı Değerlendirmesi	21
3.2.3. Özür Değerlendirmesi	21

3.2.4. Solunum Paterninin Değerlendirilmesi	22
3.2.5. Derin Stabilizatör Kas Kalınlıklarının Değerlendirilmesi	26
3.2.6. Ultrasonografik Değerlendirme	27
3.3. İstatistiksel Analiz	30
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	48
7. KAYNAKLAR	50
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması İle İlgili Etik Kurul İzni	
EK-2: Değerlendirme Formu	
EK-3: Tez Çalışması Orijinallik Raporu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

AB	Apozisyon Bölgesi
AS	Abdominal solunum
cm	santimetre
CO₂	Karbondioksit
DP	Dik Postür
DSF	Derin Servikal Fleksör
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EMG	Elektromiyografi
EO	Eksternal oblik kas
GP	Gevşek Postür
Hg	Civa
IO	İnternal oblik kas
kg	kilogram
KİB	Karın İçi Basınç
L1	1. Lumbal vertebra
L2	2. Lumbal vertebra
L3	3. Lumbal vertebra
L4	4. Lumbal vertebra
L5	5. Lumbal vertebra
MF	Multifidus
mm	milimetre
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NP	Normal Postür
NS	Normal Solunum
O₂	Oksijen
OÖİ	Oswestry Özür İndeksi
PTK	Pelvik Taban Kasları
RA	Rectus Abdominis kası
SKM	Sternokleidomastoid kası
SİAS	Spina İliaca Anterior Superior
SİE	Sakroiliak Eklem

SS	Standart Sapma
T8	8. Torakal vertebra
TLF	Torakolumbal Fasya
TrA	Transversus Abdominis
TS	Torasik Solunum
US	Ultrason
VAS	Vizüel Analog Skala
X	Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Diyafragma kası	5
2.2. Diyafragmanın asimetrik yerleşimi	5
2.3. Transversus abdominis kası	6
2.4. Multifidus kasının kısa ve uzun fibrilleri	7
2.5. Pelvik taban kasları	8
2.6. Diyafragmanın apozisyon bölgesi	15
2.7. Diyafragmanın apozisyon bölgesinin optimal ve optimal olmayan durumları	16
2.8. İnsprasyon esnasında sternumun dikey yönde hareket ettiği “hatalı” üst göğüs solunumu paterni	19
3.1. Bireylerin dik postürde oturması ve ellerin yerleşimi	23
3.2. Bireylerin gevşek postürde oturması ve ellerin yerleşimi	23
3.3. Bireylerin normal postürde oturması ve ellerin yerleşimi	24
3.4. Solunum paterni değerlendirmesinde kullanılan düzenek	24
3.5. Katılımcılardan birisine ait olan solunum paterni değerlendirmesi	26
3.6. TrA kasının kalınlık ölçümü	28
3.7. TrA kasının kalınlık ölçümü	28
3.8. MF kasının kalınlık ölçümü	29
3.9. MF kasının kalınlık ölçümü	29
4.1. Çalışma akış şeması	31

TABLULAR

Tablo	Sayfa
2.1. Lumbopelvik bölgedeki derin ve yüzeysel kaslar	4
2.2. Spesifik bel ağrısı nedenleri	9
2.3. Yetersiz solunum ve hatalı duruşla ilişkili olası faktörler	14
4.1. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun demografik özellikleri	32
4.2. Bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin solunum paterni dağılımları	32
4.3. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun TrA ve MF kas kalınlıkları karşılaştırması	33
4.4. Torasik solunum yapan bireylerin TrA ve MF kaslarının kalınlık değişim yüzdeleri	33
4.5. Diyafragmatik solunum yapan bireylerin TrA ve MF kaslarının kalınlık değişim yüzdeleri	34
4.6. Bel ağrılı bireylerin solunum paternleri ile TrA ve MF kaslarının kalınlık değişimleri	35
4.7. Bel ağrılı bireylerin solunum paternleri ve VAS (cm) değerleri dağılımı	35

1. GİRİŞ

Diyafragma esas olarak primer inspiratuar kastır ve inspirasyonla birlikte karın içi basıncını (KİB) artırarak, M. Transversus abdominis (TrA), M. Multifidus (MF) ve pelvik taban kasları (PTK) ile birlikte spinal stabiliteye de katkıda bulunur (1).

KİB, diyafragma yolu ile normal inspirasyon ve ekspirasyon paternine bağlı kalarak düzenlenir ve bu da diyafragmayı gövde stabilizasyonunda önemli bir faktör haline getirir. KİB'deki artışın gövde stabilizatör kasların koordinasyonu ile spinal stabilitenin sağlanmasında doğrudan bağlantısı olduğu kanıtlanmıştır (2, 3). Ayrıca diyafragmanın krural parçasının lumbal omurgaya bağlantısı nedeniyle spinal stabiliteye doğrudan katkı sağladığı anatomik olarak da görülmektedir (4).

Bel ağrılı hastalarda yapılan çalışmalarda daha yüksek solunum frekansı ile daha az diyafragma hareketi gözlenmiş, diyafragmanın bel ağrılı hastalarda daha az harmonik hareket ettiği tespit edilmiştir (5). Bel ağrılı bireylerin gövde stabilizasyonundan sorumlu kasları sağlıklı bireyler gibi aktive edemediği de gösterilmiştir (6, 7).

Bel ağrılı bireylerde diyafragmanın aşağı hareket yeteneği limitlenmiş ve böylece KİB oluşturma yeteneği azalmıştır (8-10). KİB, TrA ve PTK'da refleks ko-kontraksiyon sağlar ve bu pozitif basınç otomatik, ileriye yönelik "Hareket Öncesi" stabilizasyon yanıtı sağlar (11-13). Diyafragmanın aktivasyonunun hemen ardından TrA ve PTK'nın ko-aktivasyonu, lumbal MF kasını da aktive ederek iyi bir lumbal stabilite sağlanır (14). Kolar ve ark. (15) yapmış oldukları çalışmada, bel ağrılı hastalarda bozulmuş diyafragma fonksiyonu sergilendiğini görmüşler ve diyafragmanın postüral stabilitede önemli bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Her yıl yetişkinlerin %15-45'İ bel ağrısı çekmekte ve bu kişilerin yaklaşık %10'u işine devam edememekte, yaklaşık %20'sinde ise 1 yıl içerisinde kalıcı hasar oluşmaktadır (16). Bel problemlerinde sorunun ana kaynağı yüzeysel kaslardan çok derin kaslardır. TrA, lumbal MF, PTK ve diyafragma lokal sistemin en önemli elemanlarıdır (17).

Lokal sistemin en önemli elemanlarından birisi olan diyafragmanın hem solunumda hem de spinal stabilizasyonda görev almasından dolayı, solunum tipi ile spinal stabilizasyonu sağlayan kaslar arasında bir bağlantı olabileceği düşünüldü. Diyafragmayı çok aktive etmeden yapılan torasik solunum paternine sahip bireyler ile daha çok diyafragmayı aktive ederek yapılan diyafragmatik solunum paternine sahip

bireylerin derin stabilizatör kas kalınlıkları birbirinden farklılık gösterebilir. Bel ağrılı bireylerde solunum tipi ile derin stabilizatör kas kalınlıkları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla çalışmamız planlanmıştır.

Çalışmamızın hipotezleri ise şunlardır:

H1: Solunum paterninin kronik bel ağrılı bireylerde lumbal derin stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisi vardır.

H2: Solunum paterninin sağlıklı bireylerde lumbal derin stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisi vardır.

H3: Solunum paterninin kronik bel ağrılı bireylerde lumbal derin stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisi ile sağlıklı bireylerde olan etkisi birbirinden farklıdır.

2. GENEL BİLGİLER

Bel ağrısı aktivite kısıtlamasının ve işe devam edememenin önde gelen nedenlerindedir (18, 19). Dolayısıyla da küresel çapta en büyük halk sağlığı sorunlarından bir tanesidir (20-22). Hestbaek ve ark. (23) bel ağrısı yaşayan kişilerin %50'den fazlasında aynı problemin farklı zamanlarda nüksettiğini bildirmişlerdir.

Kronik bel ağrısı multifaktöriyel bir süreç olduğundan problemlerin doğru tanımlanması önemlidir. Son yıllarda lumbal stabilizasyon ifadesi ile derin kaslardaki değişiklikler ön plana çıkmış ve bel ağrısının tedavisinde etkili çözümün ortaya koyulması yolunda adım atılmıştır. Belirtilen bu çekirdek kasların birbirleri olan etkileşimleri hala araştırılmaya devam edilmektedir. Bu süreç ile lokal kaslar ve merkezi sinir sistemi arasında sağlıklı bağlantıyı sağlamak amaçlanır.

2.1. Lumbal Stabilizasyon

Panjabi spinal stabilizasyondan sorumlu yapıları üç başlık altında incelemiştir. Bunlar pasif alt sistem (omurga ve ligamentöz yapı), dinamik alt sistem (omurga çevresindeki kaslar) ve nöral (merkezi kontrol sistemi) alt sistemdir. Normal şartlar altında üç alt sistem uyum içinde çalışır ve gerekli mekanik stabiliteyi omurgaya kazandırır. Nöral kontrol ünitesi, gerekli stabiliteyi hesaplar ve her durum için oluşturulması gereken cevabın bilgisini diğer alt sistemlere iletir (24). Pasif alt sistemin stabilizasyona olan katkısı normal pozisyondan ziyade omurga hareketlerinin sonlarına doğru daha çok olmaktadır (25). Omurgayı çevreleyen çok sayıda kasın enine kesitlerinin toplam alanı, omurganın alanından çok daha büyük olmakla kalmaz, aynı zamanda kaslar, intervertebral disk ve bağlarıkinden önemli ölçüde daha büyük kaldıraç kollarına sahiptir (24). Lumbal stabilizasyondan sorumlu kasların fonksiyonlarındaki herhangi bir hata, yüksek ihtimalle bel ağrısına sebep olur.

Lumbopelvik bölgedeki kaslar derin ve yüzeysel olmak üzere iki grupta yer alır. Derin kaslar daha çok stabilizatör olarak çalışırken, yüzeysel kaslar hareket momenti açığa çıkartırlar. Yüzeysel ve derin kaslar Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Lumbopelvik bölgedeki derin ve yüzeysel kaslar.

Lumbopelvik Kaslar	Bölge	Derin	Lumbopelvik Kaslar	Bölge	Yüzeysel
M. Multifidus			M. Obliquus İnternus (IO)		
M. Puborectalis			M. Obliquus Eksternus (EO)		
M. Pubococcygeus			M.Rektus Abdominis		
M. İliococcygeus			M. Iliocostalis (pars thoracicus)		
M. Coccygeus					
M. Transversus Abdominis					
Diyafragma					
M. Quadratus lumborum					
M. Iliocostalis (pars lumbalis)					
M. Longissimus (pars lumbalis)					

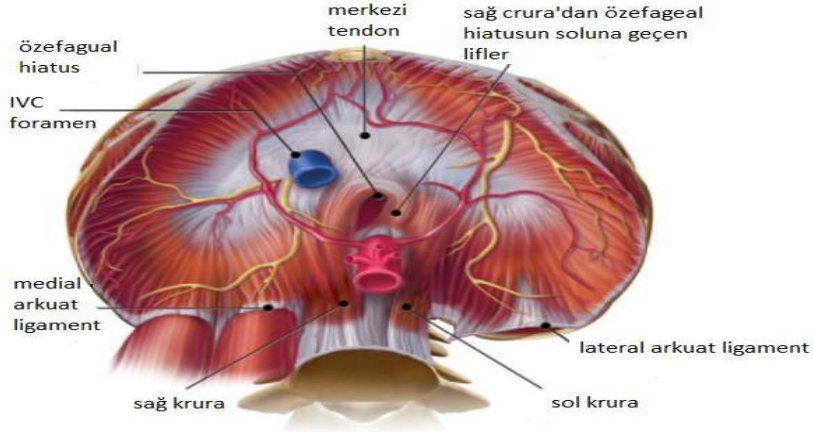
2.2. Anatomik Yapı ve Fonksiyon

2.2.1 Diyafragma

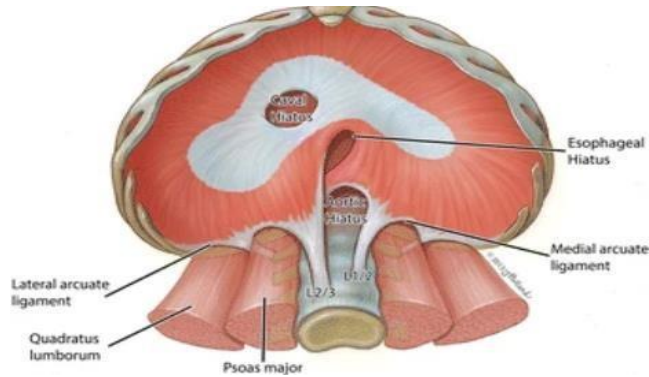
Diyafragma hem primer solunum kası hem de karın boşluğunu torakstan ayıran fiziksel bir bariyerdir. İki diyafragmatik krura, diyafragmaı arkada üst lomber vertebra gövdelerine ve disklerine bağlar. Medial arkuat ligamentler, 1. veya 2. lumbal vertebra (L1,L2) gövdesi ile L1'in transvers prosesleri arasında fibröz bağlantılar olarak anterior psoas kasları üzerinde uzanır (26). Diyafragma, sırasıyla sağ ve sol frenik sinirler tarafından innerve edilen sağ hemidiyafragma ve sol hemidiyafragma olmak üzere iki ayrı kastan oluşur. Hemidiyafragmanın proksimal bağlanma yeri merkezi tendondur (27). Santral tendonun ön ve lateralindeki bölüm, sternumun ksifoid çıkıntısına ve 7-12. kostalara distal olarak bağlanır ve diyafragmanın kostal sınırı olarak adlandırılır. Diyafragmanın genel şekli, tepe noktası 8. torakal vertebra (T8) seviyesinde olan bir kubbedir (28-30) (Şekil 2.1). Sağ hemidiyafragma, birinci ile üçüncü lumbal vertebraların (L1-3) ön kısımlarına ve sol hemidiyafragma ise birinci ve ikinci lumbal vertebralara (L1-2) distal olarak bağlanır (27). Diyafragmanın bu bölümü "*crura*" olarak adlandırılır. İlginç olan, sol hemidiyafragmanın L1-2'ye ve sağ hemidiyafragmanın L1-3'e bağlanmasıyla diyafragmanın asimetrik bir biçimde yerleşmesidir (31) (Şekil 2.2.).

Diyafragma kontraksiyonu göğüs boşluğunu genişleterek göğüs içi basıncı azaltır ve havanın akciğerlere girmesini sağlar. Diyafragmanın gevşemesi ile akciğerlerin elastik geri tepmesi baskın hale gelir ve ekshalasyon sağlanmış olur (26).

Ayrıca diyafragma, karın içi basıncını artırarak kusma, idrara çıkma ve defekasyona yardımcı olur ve özofagus boşluğunda dış basınç uygulayarak gastroözofageal reflüyü önlemeye yardımcı olur (26). Karın içi basıncı artırması ayrıca spinal stabilizasyona da katkı sağlar.



Şekil 2.1. Diyafragma kası (26).

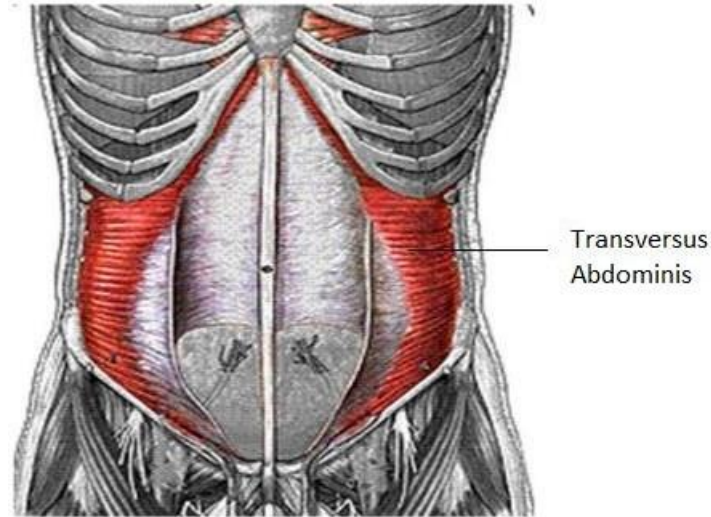


Şekil 2.2. Diyaframanın asimetrik yerleşimi (32).

2.2.2 Transversus Abdominis

Transversus abdominis (TrA) anatomik olarak üç kısımdan oluşur. Üst fasiküller muscilotendinöz aponevrozun anterior kenarından 11. kostal kartilajda, orta fasiküller göğüs kafesi ile iliak kristalar arasında, alt fasiküller de spina iliaca anterior superiorda (SIAS) yerleşmiştir (33). TrA'nın üst fasikülleri göğüs kafesini stabilize etmekte, torakolumbal fasyaya (TLF) bağlanan orta fasiküller lomber omurganın kontrolünde, alt fasiküller ise karın içeriğini desteklemede rol oynar (34). Anterior tarafta dörtte üçlük kısmı iliumun tepesinden, diyaframla iç içe geçen altı alt

kaburganın iç yüzeyinden ve lomber fasyadan doğar. Kas önde geniş bir aponevrozla sonlanır ve linea alba ve pubik tüberküldeki internal oblik liflerle birlikte tendon olarak sonlanır (35). Elektromiyografik (EMG) çalışmalardan elde edilen bulgular, abdominal kas fonksiyonunda bölgesel farklılıklar olduğunu göstermektedir. Üst ekstremitte hareketleri sırasında, TrA'nın alt bölgesinin orta bölgeye göre daha fazla tonik aktivitesi olduğu belirlendi (36). TrA'nın kasılması karın içi basıncını artırır ve bu basınç diyafragmayla beraber diğer gövde kaslarını modüle eder ve torakolomber fasyayı gerer (37). Bazı nörofizyolojik araştırmalar, TrA kasının tonik bir şekilde ve omurgaya etki eden kuvvetlerin yönünden bağımsız olarak erken (öngörülebilir bir kuvvet beklentisiyle) aktive olduğunu göstermiştir (12, 38). Şekil 2.3'te TrA'nın yerleşimi gösterilmiştir.

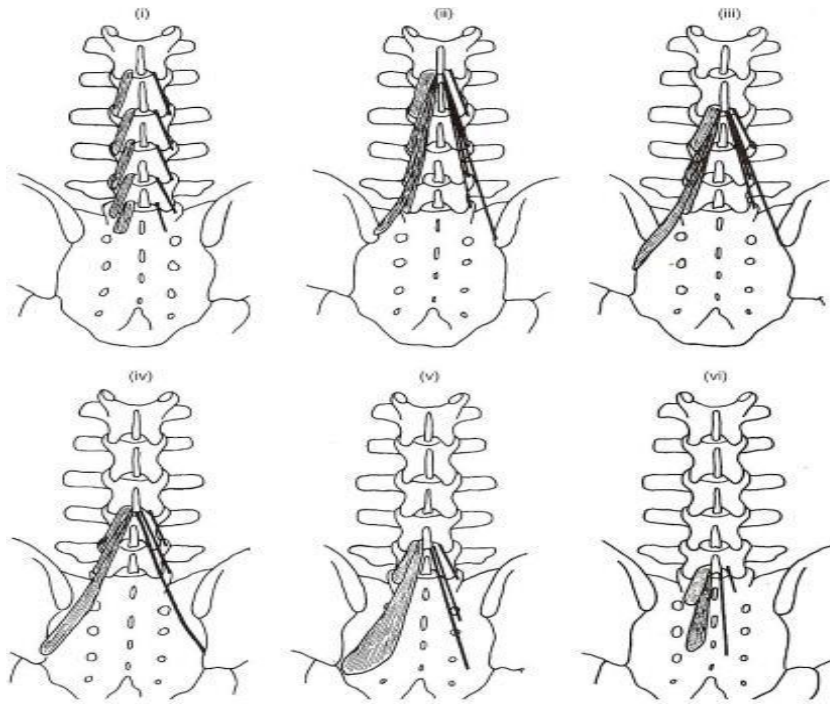


Şekil 2.3. M. Transversus abdominis (39).

2.2.3 Multifidus

Lumbal Multifidus (MF) kasının primer bir hareket kasından ziyade stabilizatör olarak çalıştığı düşünülmektedir (40). Lumbal Multifidusun bazı lifleri eklem kapsülü ile birleşerek onu eklem kıkırdakları arasındaki sıkışmadan korur. Kas, eklem ligamentum flavum ile doğrudan temas halinde olduğu ön kısım hariç, eklemi her taraftan çevreler. Kaşektik bireylerde bile lumbal MF ile faset eklem arasında yağ dokusu vardır (40). Lumbal MF, kranio-kaudal yöndeki kayma hareketini kontrol eder,

böylece vertebral triad (iki zigapofizyal eklem ve vertebral gövdeler arasındaki karşılık gelen kıkırdaklı eklemler) içindeki stresleri kontrol eder ve stabilize eder ve böylece fasetlerin aşırı yüklenmesini önlemeye yardımcı olur (40). Macintosh ve diğ. lumbal Multifidus kasının majör sırt kasları arasında en medialde olduğunu ve en büyük kısmının lumbosakral kavşağı doğrudan geçtiğini bildirmişlerdir. Lumbal vertebraların spinöz prosesinden başlayan lumbal MF, aynı seviyede segmental olarak lumbal sinirin dorsal ramusunun medial dalı tarafından innerve edilir (41). Lumbal MF Şekil 2.4.'te gösterilmiştir.

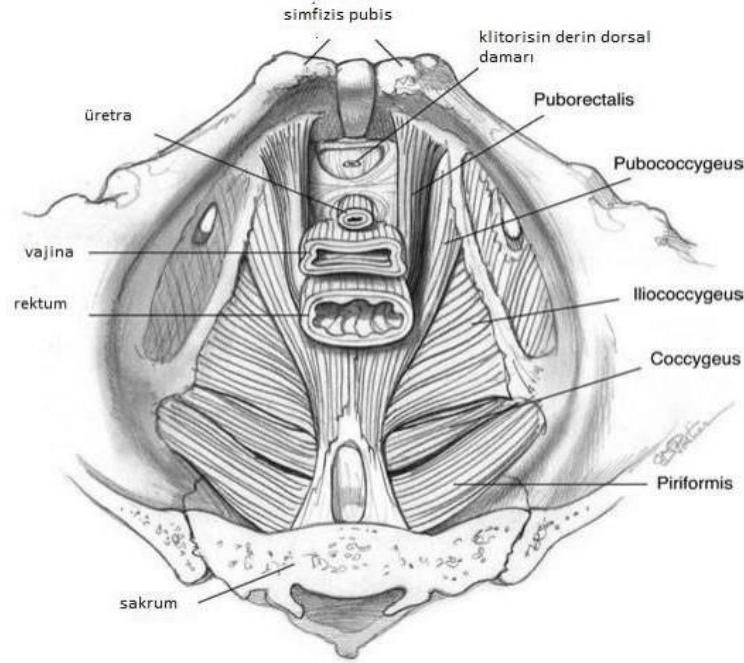


Şekil 2.4. M. Multifidus kasının kısa ve uzun fibrilleri

2.2.4 Pelvik Taban Kasları

Pelvik taban bir dizi kastan oluşur ve bu kaslar yüzeysel ve derin katmanlar halinde yerleşmiştir. Levator ani ve koksigeal kaslar (puborektal, pubokoksigeal ve iliokoksigeal) pelvik tabanı meydana getiren kaslardır (42). Pelvik taban kasları (PTK) yaklaşık %70 yavaş kasılan (tip 1) ve %30 hızlı kasılan (tip 2) kas liflerinden oluşur (43). Yapılan çalışmalar PTK'nın diğer kaslarla birlikte(internal oblik, interkostal kaslar, TrA ve diyafragma) nefes almakta ve uygun postürün sağlanmasında rol aldığını göstermiştir (44, 45). PTK ve diğer kaslar arasında birçok miyofasyal bağlantı vardır. Bundan dolayı kasların işlevleri birbirlerinden bağımsız değildir ve PTK lokal

stabilizasyon için temel oluşturur (45, 46). PTK, abdominal boşluğu çevreleyen kaslarla birlikte abdominal basıncı ayarlayarak veya bu basınca yanıt vererek gövde stabilizasyonunu destekler (47, 48). Neumann ve Gill , PTK'nin kasılmasının TrA ve internal oblik (IO) kasların aktivasyonuna yol açtığını ve ayrıca abdominal basıncı 6 mmHg yükselttiğini bildirmişlerdir (48). Kim Ha-ru yaptığı bir çalışmada PTK'nin kontraksiyonu sırasında TrA ve IO' nun kalınlıklarında önemli değişiklikler olduğunu bulmuş ve bu çalışma sonuçları, PTK'nin kontraksiyonunun lumbal stabilizasyonda önemli bir kas olan TrA'nın aktivasyonunu desteklediğini göstermektedir (49). PTK'nin yerleşimi Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Pelvik taban kasları (50).

2.3. Bel Ağrısı

Bel ağrısı tüm toplumlarda iş gücü kayıplarına yol açan oldukça yaygın bir rahatsızlıktır (51). Doktora başvurma nedenleri arasında da beşinci sırada bulunmaktadır (52). Aktif nüfusun yaklaşık %80'inin yaşamlarının bir döneminde bel ağrısı çektiği bildirilmiştir (53).

Bel ağrısı bazen akut biçimde gözükrken bazen de kronikleşmiş bir hal alabilir. Bel ağrısı problemi olduğu zamana göre akut (< 6 hafta), subakut (6-12 hafta) ve kronik (>12 hafta) olarak sınıflandırılabilir (52, 54). Hastaların çoğu problem

kronikleşmeden ağrılarında kurtulurken, %10-40'ında 6 haftadan uzun süren semptomlar gelişebilir (52). Akut ve subakut bel ağrılı hastalara yaklaşım, kronik bel ağrılı hastalarınkinden farklıdır (55). Bununla birlikte bel ağrısının sebebi kimi zaman belliyken kimi zaman da ağrıyı oluşturan sebep tam olarak bilinmeyebilir. Spesifik olmayan bel ağrısında ağrının kaynağı tam olarak belli değildir. Radyolojik incelemelerdeki bulgular ile hastanın semptomları örtüşmeyebilir. Bel ağrısının spesifik nedenleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Spesifik bel ağrısı nedenleri (56).

Etyoloji	Hastalık
Travma	Lumbal intervertebral disk hernisi Kassal/fasiyal bel ağrısı Kırık sebebiyle oluşan bel ağrısı (Vertebral kırıklar, osteoporoz)
İnflamasyon	Tüberküloz spondilit Ankilozan spondilit
Tümör	Spinal metastaz yapan malign tümörler Multiple myelom Spinal kord tümörleri
Dejenerasyon	İntervertebral disk dejenerasyonu İntervertebral eklem kaynaklı bel ağrısı Lumbar non-spondilolitik spondilolistesis Ankilozan spinal hiperostozis Lumbar spinal kanal stenozu
Abdominal Organlar	Karaciğer, safra kesesi ve pankreas hastalıkları
Psikolojik	Psikojenik bel ağrısı, depresyon

2.4. Bel Ağrısı ve Stabilizatör Kaslar

Klinik instabilite bel ağrısının önemli nedenlerinden birisidir (24). Lumbal stabilizasyondan sorumlu kasların fonksiyonlarındaki herhangi bir hata bel ağrısına sebep olabilir.

Bel ağrılı hastalarda yapılan çalışmalarda stabilizasyondan sorumlu kaslarda birtakım değişiklikler olduğu bildirilmiştir (6, 7). Bel ağrısı literatüründe kas boyutundaki değişiklikler ve lumbal kasların yağ infiltrasyonu sıklıkla bildirilen bir durumdur (57). Ayrıca bel ağrılı hastalarda yüzeysel kasların aktivasyonunun artmasına karşın derin stabilizatör kasların gecikmiş ve/veya azalmış aktivasyonu bildirilmiştir (58).

2.4.1. Bel Ağrısında Transversus Abdominis Kasındaki Değişimler

Bel ağrılı hastalarda ve sağlıklı bireylerde yapılan bir çalışmada omuz fleksiyon, ekstansiyon ve abduksiyon hareketlerine karşı TrA kasının aktivasyonuna bakılmıştır. Bel ağrılı bireylerde TrA aktivasyonunda önemli ölçüde gecikme olduğu gözlenmiştir (6). Richardson ve ark. (59) bel ağrılı bireylerde yaptıkları çalışmada TrA aktivasyonunun bozulduğunu ve tedavideki amaçlardan birisinin bu kasın koordinasyonunu yeniden eğitmek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda ayrıca TrA kalınlığında sağlıklı bireylere göre önemli ölçüde azalmalar bildirilmiştir (60).

2.4.2. Bel Ağrısında Diyaframadaki Değişimler

Diyafragma hareketlerinin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile incelendiği bir çalışmada bel ağrılı bireylerin diyafragma hareketlerinin sağlıklı bireylere göre ekstremiteler hareketleri esnasında daha az miktarda olduğu bulunmuştur (15). Smith ve ark. (61) bel ağrısının solunum bozukluklarıyla olan ilişkisinin, fiziksel aktivite ve obezite ile olan ilişkisinden daha güçlü olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sonuç bel ağrılı bireylerde diyafragmanın spinal stabilizasyona olan katkısının azalması olarak yorumlanabilir. Ayrıca bel ağrılı hastalar sağlıklı kişilere göre diyafragma yorgunluğuna daha duyarlıdır (1). Bel ağrısı ile birlikte diyafragma kalınlığındaki azalma da literatürde belirtilen başka bir durumdur (62).

2.4.3. Bel Ağrısında Lumbal Multifidus Kasındaki Değişimler

Freeman ve ark. (63) bel ağrılı hastalarda yaptıkları çalışmada lumbal MF kasında çeşitli derecelerde atrofi meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda bel ağrılı hastalarda lumbal MF'un enine kesit alanının azaldığı, kasta yağ birikintilerinin ve fibröz doku infiltrasyonunun olduğu ve kasta atrofi meydana geldiği rapor edilmiştir (64, 65). Wallwork ve ark. çalışmalarında bel ağrılı bireylerin sağlıklılara göre lumbal MF kalınlık değişim yüzdelerinin daha az olduğunu ve lumbal MF kesit alanlarının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu değişiklikler genel olmayıp sadece birkaç seviyede sınırlı kalmıştır (66).

2.4.4. Bel Ağrısında Pelvik Taban Kaslarındaki Değişimler

Bel ağrılı kadınlarda yapılan bir çalışmada üriner inkontinanstan bağımsız olarak PTK'da zayıflık bulunmuştur (67). Dufour ve ark. (68) yapmış oldukları kesitsel çalışmada bel ağrılı kişilerin %95.3'ünde pelvik taban disfonksiyonu olduğunu, %71'inde pelvik taban kaslarında hassasiyet olduğunu ve %66'sında pelvik organ sarkması olduğunu bulmuşlardır. Algudairi ve ark. (69) bel ağrısından dolayı fizik tedaviye sevk edilen hastaları dahil ettikleri çalışmalarında nörojenik ağrı ile pelvik taban bozukluğu arasında bir etkileşim olduğunu bildirmişlerdir.

2.5. Solunum Modeli ve Tipik Değişiklikler

Solunum, karbondioksiti (CO₂) oksijen (O₂) ile değiştirerek, yaşam enerjisinin temel gaz yakıtlarını kontrol eder ve iç ortamın biyokimyasal yönü için en uygun koşulların korunmasını sağlar (70). Eğer kişi verimli nefes alamıyorsa veya solunum hatalı, faydasız veya çevresel koşullara ve bireyin değişen ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz olduğunda solunum işlevsiz kalmış olabilir. Solunumun işlevsiz hale gelmesinde diyafragmanın etkilenimi yüksek bir olasılıktır. Çünkü diyafragma esas olarak primer inspiratuar kastır (1). Diyafragma inspirasyonla birlikte karın içi basıncı (KİB) artırarak M. Transversus abdominis, M. Multifidus ve pelvik taban kasları ile birlikte spinal stabiliteye de katkıda bulunur (1). Bundan dolayı diyafragmanın doğru aktive edilememesi bir yandan solunumu işlevsizleştirirken diğer yandan da spinal stabilizasyona olumsuz yönde etki eder. Ayrıca diyafragmanın krural parçasının lumbal omurgaya bağlantısı nedeni ile spinal stabiliteye doğrudan katkı sağladığı anatomik olarak da görülmektedir (4).

Diyafragma inspirasyon esnasında bir paraşüt gibi aşağı inen kubbe şeklinde bir kastır ve karın içi basıncının, mekanik etkinin ve krural eklerinin etkisi ile spinal stabilizasyona katkıda bulunur (31). Bu yüzden de diyafragmanın postüral disfonksiyonunun bel ağrısının önemli bir nedeni olduğu düşünülmektedir (24). Diyafragma normal çalıştığında, karnın öne doğru yer değiştirmesine son altı kostanın yana genişlemesi ve yükselmesi eşlik eder. Karın veya alt göğüs kafesi hareketlerinin miktarı kişiden kişiye değişebilir. Solunum esnasında alt göğüs kafesinin hareketinin az ya da çok olması solunumun işlevselliğini değiştirmez. Abdomen inhalasyon sırasında öne doğru yer değiştirebilir veya hiç hareket etmeyebilir (71). İnhalasyon sırasında, göğüs kafesinin yana hareketi yeterince telafi edilmediğinde paradoksal solunum açığa çıkar ve alt göğüs kafesinin inspirasyon sırasında genişlemek yerine daraldığı gözlenir (72).

Artan solunum ihtiyacı durumunda veya solunum yetersiz olduğunda, skalen, sternokleidomastoid (SKM), üst trapez gibi üst göğüs kafesinin solunum kasları ve hyoid ve longus kolli gibi diğer ön boyun kasları aktivitelerini arttırır (30, 73, 74). Bu, solunumun inspiratuar fazı sırasında göğüs kafesinin dikey hareketinde artış ve omuzların yükselmesiyle sonuçlanır (70). Bu durumda da birey diyafragmatik solunumdan ziyade torasik solunum paterni sergilemeye başlar. Dolayısıyla kubbe şeklindeki diyafragmanın solunum esnasında yukarıdan aşağıya doğru olan hareket mesafesi azalmış olur. Bu meydana geldiğinde diyafragma kısalır ve toraksta daha düşük bir dinlenme pozisyonu almaya zorlandığı için kubbeliğini kaybeder. Diyafragma liflerinin bu kısalması, tüm kasılan kaslar için geçerli olan uzunluk kanunları, gerilim ilişkileri nedeniyle diyafragmanın gücünü ve etkinliğini azaltır (75).

Ayrıca diyafragmanın eğriliğinin veya kubbesinin azalması, apozisyon bölgesinin küçülmesi ile de ilişkilidir. Bu durumda alt altı kostaya bağlı olan diyafragma lifleri dikeyden ziyade enine yönlendirilmiş olur. Diyafragma kasıldığında alt göğüs kafesini kaldırmada ve genişletmede yetersizlik gösterir. Bunun yerine diyafragmanın alt yan göğüs kafesini içe doğru çekme eğilimi vardır, bu da inhalasyon sırasında alt göğüs kafesinin enine çapını azaltır (28, 76, 77).

Abdominal kas zayıflığı da diyafragma disfonksiyonunu şiddetlendirir (30). Abdominal kasların hem tonik hem de fazik kasılması, inspirasyon ve ekspirasyon

sırasında diyafragmanın işlevine yardımcı olur ve bir dereceye kadar diyafragma disfonksiyonunu telafi edebilir (72, 75, 78). İspirasyon sırasında abdominal kasların kasılması, ayakta durma postürü ve hızlı ve büyük hacimli solunum manevraları sırasında diyafragmanın aşırı kışalmasını önler (72, 79). Ekspirasyon sırasında karın kaslarının kasılması, nefes alma sırasında etkili kasılmaya hazırlık olarak uzunluğunu ve eğriliğini artırarak diyafragma kubbeleşmesine yardımcı olur.

Beyindeki solunum kontrol merkezleri korteksten, limbik sistemden, kemoreseptörlerden veya mekanoreseptörlerden ventilasyonun yetersiz olduğuna dair mesajlar aldığıında, solunum kasları ventilasyonu artırmak için fonksiyonlarını ayarlar. Solunum merkezi uzun süre uyarılırsa, diyafragma ve yardımcı solunum kasları kronik olarak hipertonic hale gelebilir (80-82). Artan solunum dürtüsünü yansıtan solunum modelindeki tipik değişiklikler arasında, diyafragmatik solunumun azalmasıyla birlikte torasik solunum, asenkronize ve paradoksal solunum eğilimi bulunur (70).

2.5.1. Bel Ağrısı ve Solunum İlişkisi

Diyafragma, TrA ve pelvik tabanı oluşturan kaslar, postüral kontrol/stabilizasyonu sağlarken solunum fonksiyonunun devamlılığı için de önemlidir. Bu kasların işlevleri tehlikeye girerse, bel ağrısı ve yaralanmaya karşı artan bir duyarlılık meydana gelir (36, 83-85). Bu kasların solunum fonksiyonu, yutma, konuşma, valsalva manevraları, omurga stabilizasyonu ve gövde hareketi gibi birçok fonksiyonla entegre edilmesi gerekir. Genellikle ilgisiz işlevlerin entegrasyonuna yönelik bu ihtiyaç, motor kontrol mekanizmasına önemli talepler getirir (86, 87). Stres, hastalık veya fiziksel egzersiz gibi solunum dürtüsünün arttığı durumlarda, solunum kaslarının postüral görevlerini yerine getirme yeteneği azalır. İlginç bir şekilde, solunum yolu hastalığının varlığı, diğer yerleşik risk faktörlerine göre bel ağrısı için daha güçlü bir etkendir (61). McGill ve ark. (88) yaptıkları bir çalışmada, yapay olarak uyarılmış solunumun, bir yük yüklemesi esnasında omurga desteğinin azalmasına yol açtığını bildirmişlerdir. Hodges ve ark. (9) egzersiz esnasında diyafragmanın postüral fonksiyonunun önemli ölçüde azaldığını ve bazı durumlarda ise solunum uyarıldığında ortadan kalktığını göstermiştir.

Optimal duruşu/stabiliteyi ve solunumu korumak önemlidir ve bunu gerçekleştirmek egzersiz sırasında daha zordur (9, 89, 90). Egzersiz, solunum talebini artırır ve uzuv hareketleri de stabilizasyon için postüral talepleri artırır (90, 91). Hem solunum hem de postural/stabilite rolleri için bu kasların optimal dengesini korumak zordur. Pek çok faktör, potansiyel olarak yetersiz solunum ve hatalı duruş ile ilgilidir ve bu faktörler bel ağrısı veya sakroiliak eklem ağrısı gibi kas-iskelet sistemi şikayetleri ile ilişkili olabilir (92). Tablo 2.3'te yetersiz solunum ve hatalı duruş ile ilgili faktörler belirtilmiştir.

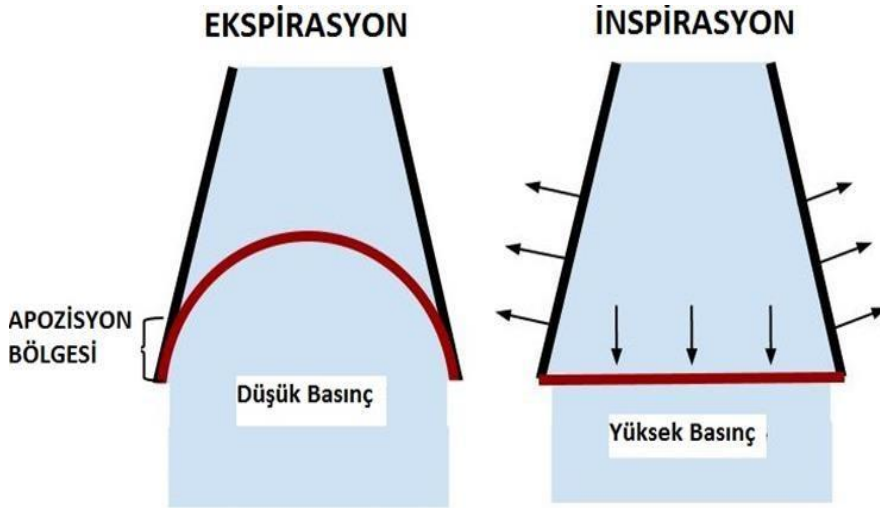
Tablo 2.3. Yetersiz solunum ve hatalı duruşla ilişkili olası faktörler (31).

Diyafragmanın azalmış/optimal olmayan apozisyon bölgesi
Azalmış egzersiz toleransı
Azalmış karın içi basıncı
Nefes darlığı/dispne
Azalmış solunum verimliliği
Alt göğüs kafesi/göğüs genişlemesinde azalma
Azalmış apozisyonel diyafram kuvveti
Azalmış diyafragma uzunluğu (kısa)
Azalmış transdiyafragmatik basınç
Yardımcı solunum kaslarının artan kullanımı
Derin kasların zayıf nöromusküler kontrolü
Artan lomber lordoz
Artmış anterior pelvik tilt
Artan hamstring uzunluğu
Artan karın kaslarının uzunluğu
Kaburga yüksekliği/dış rotasyon
Sternum yükselmesi
Paraspinallerin artan aktivitesi
Artan lomber-pelvik instabilite
Bel ağrısı
Sakroiliak eklem ağrısı
Torasik çıkış sendromu
Baş ağrısı
Astım

Diyafragmanın apozisyon bölgesi (AB) denilen bir kısmı vardır (Şekil 2.6). Bu kısım alt kostanın iç yüzüne doğrudan bitişik kısma karşılık gelen silindirik kısmı (kasın kubbe/şemsiye şeklindeki kısmı) kapsayan diyafragma alanıdır (28). AB sayesinde diyaframadaki kontraksiyonlar kostalar yönünde iletilir. AB, abdominal kaslar tarafından kontrol edildiğinden ve diyafragma gerilimini yönlendirdiğinden önemlidir. AB kesit alanı azaldığında veya optimalin altında olduğunda, birkaç potansiyel olumsuz sonuç ortaya çıkarır (31). Tablo 2.3'teki şu iki örneğin açıklaması;

1) Transdiyafragmatik basınç düştüğü için yetersiz solunum (daha az hava girişi ve çıkışı). AB ne kadar küçük olursa, diyafragmanın göğüs kafesi üzerindeki inspiratuar etkisi o kadar az olacaktır (93).

2) Hem solunum hem de lumbal stabilizasyon için önemli olan TrA'nın azalmış aktivasyonu (93, 94).

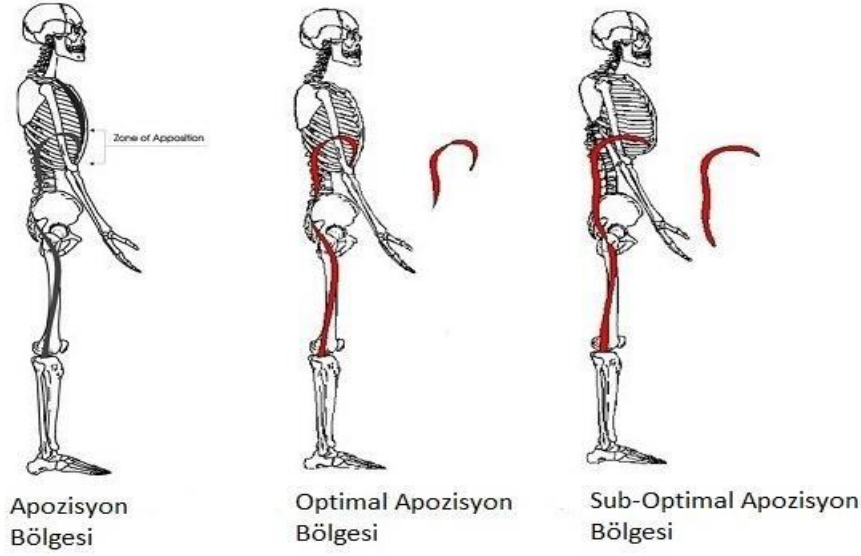


Şekil 2.6. Diyafragmanın Apozisyon Bölgesi (95).

AB optimize edildiğinde diyafragmanın solunum ve postüral rolleri maksimum verimliliğe sahiptir (96). Optimum olmayan pozisyonlarda (daralmış AB), kasılma üzerine daha az kaudal hareket ve diyafragmanın kostalar üzerindeki daha az etkili teğetsel gerilimi ve dolayısıyla daha düşük transdiyafragmatik basınç nedeniyle diyafragmanın göğüs kafesine hava çekme yeteneği azalır (77). Bu daralan AB'ye göğüs kafesinin ekspansiyonunun azalması, postüral değişiklikler ve abdominal genişlemede kompensatuar bir artış eşlik eder (Şekil 2.6) (28). Bunun sonucunda adaptif solunum stratejileri gelişebilir. Böyle bir adaptif solunum stratejisi, torako-abdominal genişlemeye izin vermek için abdominal kasları inspirasyonda gereğinden

fazla gevşetmek olabilir. Bu durum nefes alırken abdominal sorumluluğun azalmasına yol açar ve instabiliteye neden olabilir. Bu durum da daha fazla torasik solunumu ve daha az verimli diyafragma aktivitesini yansıtacaktır. Vücut bu pozisyonu ve nefes alma stratejisini uzun süre korursa, diyafragma adapte olarak kısılabılır ve hiperinflasyon gelişebilir (78, 96, 97). Hiperinflasyon, üst göğüs kafesini genişletmek amacıyla skalenler, SKM, pektoraler, üst trapezius ve paraspinaler gibi yardımcı solunum kaslarının aşırı kullanımına da katkıda bulunabilir (98-100).

Kostaların solunum esnasındaki hareketi (depresyon/kaudal/posterior) AB'yi optimize eder. Diyafragma AB'deki kostalara olan bağlantısından dolayı inspirasyonla birlikte alt kostaları aşağı ve içe doğru çeker (kaudal ve posterior) ve kişinin lumbal lordozunu ve paraspinal bölgedeki ağrıyı azaltmaya yardımcı olabilecek paraspinal kasları (gövde ekstansörleri) respirokal inhibisyon ile gevşetmeye yardımcı olur. Abdominal kaslar bu durumda omurgada kayda değer bir tork veya hareket üretmez, nefes alma sırasında kostaların dengeleyicileri olarak işlev görür (31). Diyafragmanın AB'sinin optimal ve optimal olmayan durumları Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Diyafragmanın apozisyon bölgesinin optimal ve optimal olmayan durumları (95).

Boyle ve ark. diyafragmanın solunum ve stabilizasyondaki rolünü ortaya koymak için yaptıkları çalışmada katılımcılardan sırtüstü pozisyonda yatıp ayaklarını duvara dayamalarını istediler. Bu pozisyonda dizlerde ve kalçalarda 90°'lik fleksiyon açısı elde edildi. Bu pasif 90° kalça ve diz fleksiyon pozisyonu, AB'yi optimize etmeye ve lumbal ekstansiyon/anterior pelvik tilt, paraspinal aktivite ve kostaların elevasyonunu/dış rotasyonunu engellemeye hizmet eden göreceli lumbal omurga fleksiyonu, posterior pelvik tilt ve kosta iç rotasyonu/depresyonu pozisyonuna getirir. Bu pozisyonda iken katılımcılara ellerindeki balonu şişirmelerini söylediler. Balon üfleme egzersizi hamstring ve gluteus maximus aktivasyonu (kalça ekstansörleri) ile yapıldığında, pelvis göreceli posterior pelvik tilte ve kostalar göreceli depresyona ve iç rotasyona hareket eder. Bu pelvik ve kosta pozisyonu, abdomenin uzunluğunu (azaltır) ve diyafragma uzunluğunu/AB'yi (arttırır) optimize etmeye yardımcı olur (31).

Bel ağrısı 12. kosta ile gluteal kıvrım arasında oluşan ağrı olarak tanımlanır. Bu bölge, lumbal segmentlerin kemik yapılarını ve yumuşak dokusunu ve sakroiliak eklemleri (SİE) içerir (101). Bel ağrısı sıklıkla aşırı lumbal lordoz gibi hatalı duruşla ilişkilidir. Aşırı lumbal lordoz, aşırı uzamış ve zayıf karın kasları ile ilişkili olabilir (31). *Core* kaslarının (transversus abdominis, internal oblik, pelvik taban ve diyafragma) zayıf nöromüsküler kontrolü, SİE ağrısı olan bireylerde ve lumbal segmental instabilitesi olan bireylerde, potansiyel olarak solunumu olumsuz yönde

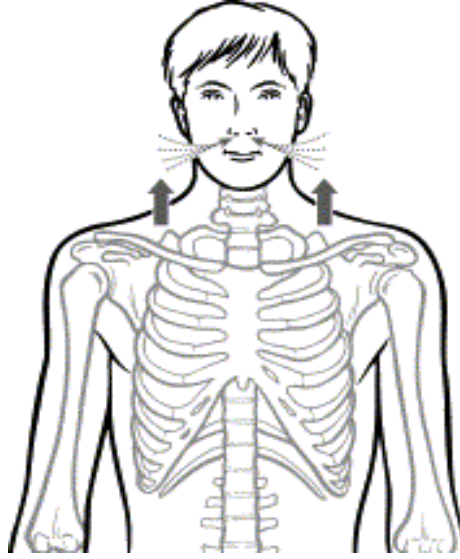
etkileyen faktörler olarak tanımlanmıştır (102). Bel ağrılı hastalarda uygulanan stabilizasyon egzersizlerinin ağrıyı azaltmakta etkin olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (17, 103). Ancak TrA, lumbal MF ve paraspinal aktivasyonu içeren geleneksel stabilizasyon egzersizleri, gelecekteki ağrı ataklarını önlemek için her zaman yeterli olmayabilir. Belki de diyafragmanın optimal AB'sini teşvik eden ve TrA'nın optimal aktivasyonunu destekleyen stabilizasyon egzersizleri, bel ağrısı ile ilişkili olabilecek suboptimal solunum ve duruşun ele alınmasına daha fazla yardımcı olabilir (31).

TrA'nın lumbal stabilitedeki rolü iyi belgelenmiş olsa da, diyafragmanın lumbal stabilitedeki rolü daha az bilinir. (90, 104). Richardson ve ark. (105) bu kasların tonik aktivitesi ile stabilitenin korunduğu görevler sırasında TrA ve diyafragmanın solunumdaki koordinasyonunu açıklamışlardır. İspirasyon sırasında diyafragma konsantrik olarak kasılırken TrA ekzentrik olarak kasılır. Diyafragma ekzentrik olarak kasılırken, TrA eşmerkezli olarak kasılır. Kasların bu koordinasyonu ekshalasyon sırasında ters biçimde devam eder. Hodges ve ark. (9) solunum hastalığı varlığında TrA ve diyafragma arasındaki koordinasyonun azaldığını bildirmişlerdir. Bundan dolayı, aşırı uzamış abdomen ve aşırı lordoz gibi hatalı postürlerin, solunum ve stabilizasyon faaliyetleri sırasında diyafragma ve TrA'nın koordinasyonunu azaltması da mümkündür (31).

O'sullivan ve ark. (106) bel ağrılı hastalar ile sağlıklı bireyleri karşılaştırdıkları bir çalışmada aktif düz bacak kaldırma testi esnasında gerçek zamanlı ultrason kullanarak, bel ağrılı bireylerde solunum hızının arttığını, pelvik taban kaslarının daha çok deprese olduğunu ve diyafragmalarının daha az hareketli olduğu sonucuna varmışlardır. Hodges ve ark. (9) yaptıkları bir çalışmada nefes alma ihtiyacının arttığı durumlarda diyafragmanın spinal stabilizasyondaki rolünün azaldığını bildirmişlerdir.

Solunum mekaniği hem postürde hem de spinal stabilizasyonda anahtar rol oynar. Bir stabilizasyon egzersizi yaparken doğru nefes alıp vermenin çok ötesinde; hem normal postür hem de spinal stabilizasyonun mümkün olması için solunum mekaniğinin sağlam olması gerekir (92). Solunumdan sorumlu birincil kaslar diyafragma, interkostal kaslar, skalenler, TrA, PTK ve omurganın derin intrinsik kaslarıdır (30, 107). Bu kaslar hem solunumda hem de postüral stabilizasyonda görev alırlar. İspirasyon sırasında diyafragma kasılır, kubbe düzleşip aşağı doğru hareket

ettikçe merkezi tendon daha sabit hale gelir. Bu, karın içi basıncı arttırırken hacmini azaltır ve karın duvarının dışa doğru bombeleşmesine neden olur (108). Dinlenim halinde rahat nefes alıp verirken üst göğsün kaldırılması normal değildir (92). İspirasyon esnasında sternumun yatay düzlemde genişlemek yerine dikey olarak yukarı kaldırılmasındaki hatalı patern, skalenler, trapezius ve levator skapula kaslarındaki iki taraflı aşırı aktivite nedeniyle oluşur. "Torasik solunum" olarak adlandırılan bu hatalı patern solunumda en sık görülen hatadır (Şekil 2.8) (92).



Şekil 2.8. İspirasyon esnasında sternumun dikey yönde hareket ettiği ‘’hatalı’’ torasik solunum paterni (86).

Birincil solunum hataları şunlardır:

- (a) Göğüs hareketleri karın hareketlerine göre baskındır.
- (b) İspirasyon sırasında üst göğsü ‘‘yukarı’’ kaldırma hareketi meydana gelir.
- (c) Lateral kostaların yukarı kalkma hareketi olmaz.
- (d) Abdomen hareketi rijit veya paradoksaldır (92).

Bu bilgiler ışığında diyafragmanın sadece solunumda değil spinal stabilizasyonda da rol aldığı ortadadır. Bel ağrılı hastalarda derin stabilizatör kaslarda değişiklikler meydana geldiği birçok çalışmada gösterilmiştir. Diyafragmanın başta TrA olmak üzere diğer stabilizatör kaslar ile koordineli çalışması bel ağrılı hastalarda solunum paterninin etkilenmiş olabileceğini düşündürmüştür. Bundan dolayı bel ağrılı hastalarda solunum paterninin stabilizatör kas kalınlıkları (TrA ve lumbal MF) üzerine etkisini inceleyen bu çalışmayı yapmaya ihtiyaç duyulmuştur.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bel ağrılı bireylerde solunum tipinin derin stabilizatör kas kalınlıkları üzerine etkisinin incelendiği bu çalışma, Aralık 2021-Aralık 2022 tarihleri arasında Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Çalışmaya Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü'ne bel ağrısı şikayeti ile başvuran 51 birey ile hasta yakınlarından bel ağrısı şikayeti olmayan, 51 sağlıklı birey dahil edildi.

Çalışmamızın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 07.12.2021 tarihinde onay alınmış olup, karar no'su 2021/20-67'dir.

Araştırmaya dahil edilen bel ağrılı bireylerde;

- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak,
- 18-65 yaş aralığında olmak,
- En az 3 aydır bel ağrısı şikayetinin olması kriterleri dikkate alındı.

Araştırmaya dahil edilen sağlıklı bireylerde;

- Çalışma öncesi 6 aydır, 1 haftadan uzun süren bel ağrısı öyküsü olmaması
- 18-65 yaş arasında olmak kriterleri dikkate alındı

Araştırmadan dışlanma veya dahil edilmeme kriterleri ise şunlardı:

- Vücut Kütle İndeksi(VKİ)>30 kg/m² olması
- Lumbosakral bölgeye ait cerrahi geçirmiş olmak
- Kırmızı bayrak olarak adlandırılan bulgular (malignite, spinal kırık vs.)
- Lumbal omurlarda kırık, skolyoz
- Solunum yolu hastalıkları hikayesi olanlar,
- Romatolojik hastalığı olanlar,
- Nörolojik hastalığı olanlar,
- Hamilelik,
- Abdominal, torakal bölge ya da akciğer ile ilgili cerrahi öyküsü bulunanlar,

- Son 3 ay içerisinde bel ağrısından dolayı fizyoterapi programına alınmış olmak,
- Kooperasyon problemi olanlar.

Çalışmaya katılan tüm bireylere değerlendirme yöntemleri ile bu yöntemlerin ne şekilde yapılacağı konusunda bilgilendirme yapılarak, çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair aydınlatılmış onam formu imzalatıldı.

3.2 Yöntem

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü'ne bel ağrısı şikayeti ile başvuran 51 hasta çalışma grubuna, bu hastaların yakınlarından bel ağrısı olmayan 51 sağlıklı birey kontrol grubuna dahil edildi. Her iki grup ile ilgili demografik bilgiler alındıktan sonra, çalışma grubundaki bireylerin ağrı, özür, solunum paterni ve derin stabilizatör kasların kas kalınlığı değerlendirmeleri yapıldı. Kontrol grubundaki bireylerin ise sadece solunum paterni ve derin stabilizatör kasların kas kalınlığı değerlendirmeleri yapıldı.

3.2.1 Bireylerin Demografik Özellikleri

Bireylerin yaş (yıl), cinsiyet, boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg), vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri (kg/m^2), meslekleri, ağrı süreleri (ay) kaydedildi.

3.2.2 Ağrı Değerlendirmesi

Çalışma grubunun ağrı şiddeti Vizüel Analog Skala (VAS) kullanılarak değerlendirildi (109). Değerlendirme yapılırken hastalara 10 santimetre uzunluğunda yatay bir çizgi üzerinde sol taraftaki ucun hiç ağrı olmadığına karşılık geldiği, sağ taraftaki ucun ise dayanılmaz düzeyde ağrıya karşılık geldiği belirtildi (110, 111). Değerlendirme anındaki algıladıkları bel ağrı şiddetinin bu çizgi üzerinde nereye karşılık geldiğini işaretlemeleri istendi. İşaretlemeden sonra cetvel ile ölçülerek hastanın VAS skoru cm olarak belirlenmiş oldu.

3.2.3 Özür Değerlendirmesi

Özür değerlendirme için *Oswestry* Özür İndeksi (OÖİ) kullanıldı. Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış olan bu ankette, 10 ayrı soruda bireylerin ağrı yoğunluğu ile kişisel bakım, yük kaldırma, yürüme, oturma, ayakta durma, uyuma, cinsel hayat, sosyal hayat ve seyahat esnasında meydana gelen ağrının kişiyi

günlük yaşamda ne kadar kısıtladığı sorgulandı (112). Her soru 0-5 puan arasında değerlendirilmekte olup, cevapsız sorular değerlendirilmeye alınmamaktadır (113). Sonuçlar (hastanın aldığı puan/ maksimum puan) $\times 100$ formülü ile yüzde olarak belirlenir. Skor yükseldikçe hastanın engellilik düzeyi de artar.

Bireylerin skorları değerlendirilirken %0 - %20 arası minimal özür, %21 - %40 arası orta derecede özür, %41 - %60 arası ciddi özür, %61 - %80 arası özür, %81 - %100 arası yatağa bağımlı dereceleri kullanılır.

3.2.4 Solunum Paterninin Değerlendirilmesi

Solunum paterni değerlendirmesi yapılırken Solunum Hareketinin Manuel Değerlendirilmesi yöntemi kullanıldı (110). Değerlendirme iki kişi tarafından ayrı ayrı yapıldı ve birbirlerinin sonuçlarını görmemeleri sağlandı. Bu yöntemde bireylerden bir taburede dik postür, gevşek postür ve normal postürde oturmaları istendi. İstenilen postürün nasıl olması gerektiğini değerlendirmeci kendi üzerinde göstererek anlattı. "Dik postür" için *tüber iskiüm* ların tabureye temas edeceği oturma şekli gösterildi. "Gevşek postür" için dik postürün tam tersi olacak şekilde kifotik bir şekilde oturmaları istendi. "Normal postür" için ise bireylerin günlük yaşamda en rahat ettikleri şekilde oturmaları istendi.

Her bir postürü korurken "torasik solunum", "diyafragmatik (abdominal) solunum" ve "normal solunum" yapmaları istendi. Torasik solunum yaparken, nefes alma esnasında göğüse doğru nefes almaları, diyafragmatik solunum yaparken nefes alma esnasında karınlarını şişirmeye çalışmaları, normal solunum yaparken karına ya da göğüse dikkat etmeden rahat ettikleri şekilde nefes almaları istenildi ve gösterildi. Değerlendirme yapan kişi yukarıda verilen tüm durumlarda bireyin arkasında durarak ellerini parmaklarını birbirinden maksimum düzeyde ayırarak bireyin sırtına yerleştirir. (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3) Bu yerleştirmede 5. parmaklar 12. kosta üzerine gelirken, başparmaklar birbirine ve spinal kolona paralel olarak pozisyonlanır. Temas miktarı abdominal ve torakal yöndeki hareketleri kısıtlamayacak miktarda olmalıdır. Katılımcı söylenen pozisyonda istenilen solunum şeklini yaparken, başparmakların vertikal yöndeki hareketi ile küçük parmakların transvers yöndeki hareketi mukayese edilerek daire şekli üzerinde işaretleme yapılır (Şekil 3.4).



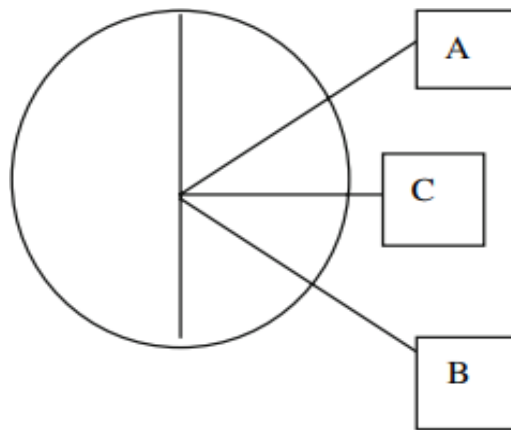
Şekil 3.1. Bireylerin dik postürde oturması ve ellerin yerleşimi



Şekil 3.2. Bireylerin gevşek postürde oturması ve ellerin yerleşimi



Şekil 3.3. Bireylerin normal postürde oturması ve ellerin yerleşimi

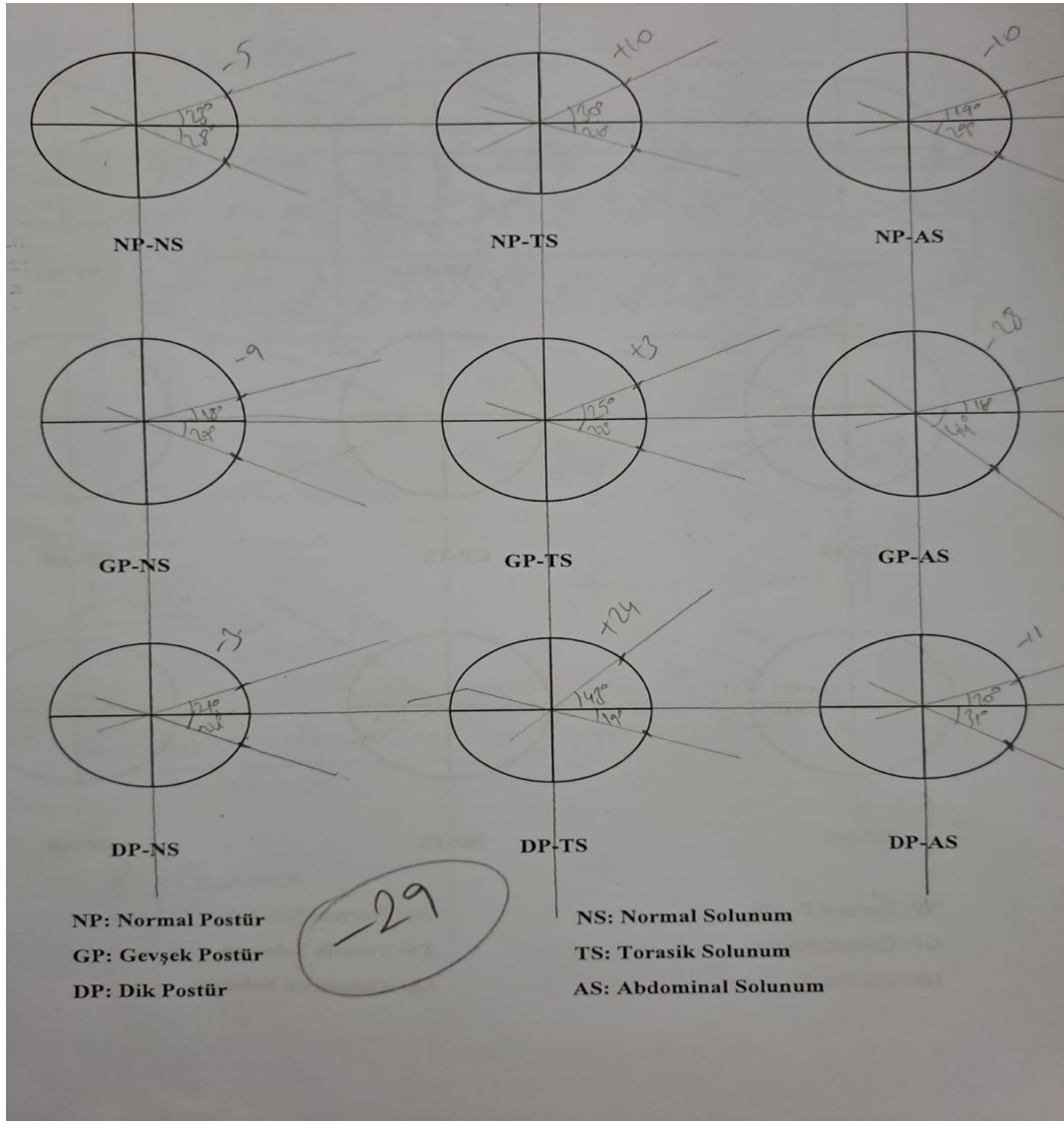


Şekil 3.4. Solunum paterni değerlendirmesinde kullanılan düzenek

Örneğin; Şekil 3.4'deki A çizgisi algılanan torasik ekspansiyon hareketinin derecesini, B çizgisi algılanan diyafragmatik ekspansiyon hareketinin derecesini, C çizgisi de yatay eksenini temsil etmektedir. Daire üzerinde işaretlenen yerlerin yatay eksenle yaptığı açılar iletke ile ölçüldü. AC arasındaki açıdan, BC arasındaki açı

çıkarılarak (+) veya (-) bir değer elde edildi. (+) olan değerler torasik solunum yapıldığı, (-) olan değerler de diyafragmatik solunum yapıldığı anlamına gelmektedir.

Şekil 3.5'te çalışmaya katılan bir hastanın örnek solunum paterninin belirlenmesi gösterildi. Katılımcının belirtilen postürlerde yaptığı solunum hareketinin derecesi işaretlendi. Normal postürde normal solunum yapıldığında 23 derecelik torasik solunum açısı elde edilirken, 28 derecelik diyafragmatik solunum derecesi elde edildi. $23-28=-5$ işlemiyle bireyin bu ölçümde (-5) derecelik diyafragmatik solunum yaptığı bulundu. Aynı şekilde normal postürde torasik solunum yapması istenildiğinde 30 derecelik torasik solunum açısı, 20 derecelik de diyafragmatik solunum açısı elde edilmiştir. $30-20=10$ işlemiyle bireyin bu ölçümde (+10) derecelik torasik solunum yaptığı bulundu. Geriye kalan yedi durumda da aynı prosedür tekrarlanmış, her bir ölçümden elde edilen açısal değerler toplanarak (-29) sonucu elde edildi. (-29) algılanan ekspansiyon hareketinin derecesi olurken solunum paterni de diyafragmatik solunum olarak belirlendi (110).



Şekil 3.5. Katılımcılardan birisine ait olan solunum paterni değerlendirmesi.
NP: Normal postür, **GP:** Gevşek postür, **DP:** Dik postür
NS: Normal solunum, **TS:** Torasik solunum, **AS:** Abdominal solunum

3.2.5 Derin Stabilizatör Kas Kalınlıklarının Değerlendirilmesi

TrA ve MF kaslarının kas kalınlık ölçümleri hem istirahat hem kontraksiyon esnasında yapıldı. Kasların kontraksiyonu için “Abdominal hallowing” manevrası kullanıldı. Katılımcılara abdominal hallowing manevrasını nasıl yapacakları anlatıldı. Manevrayı yaparken ekspirasyon sonunda, göbeğini yukarı ve içe doğru çekmesini ve/veya idrarını tutmuş gibi pelvik taban kaslarını kasma istendi. “Abdominal hallowing” manevrası sırasında; posterior pelvik tilt, göğüs kafesi depresyonu, alt abdomende hareket gözlenmemesi, abdominal duvarın lateral çapının artması, hastanın istemli şekilde abdominal duvarı gevşetmemesi, anormal nefes alıp verme

gibi manevralar yü zeysel kasların aşırı aktive olduğunun işareti olduğu için dikkatli bir gözlem yapıldı.

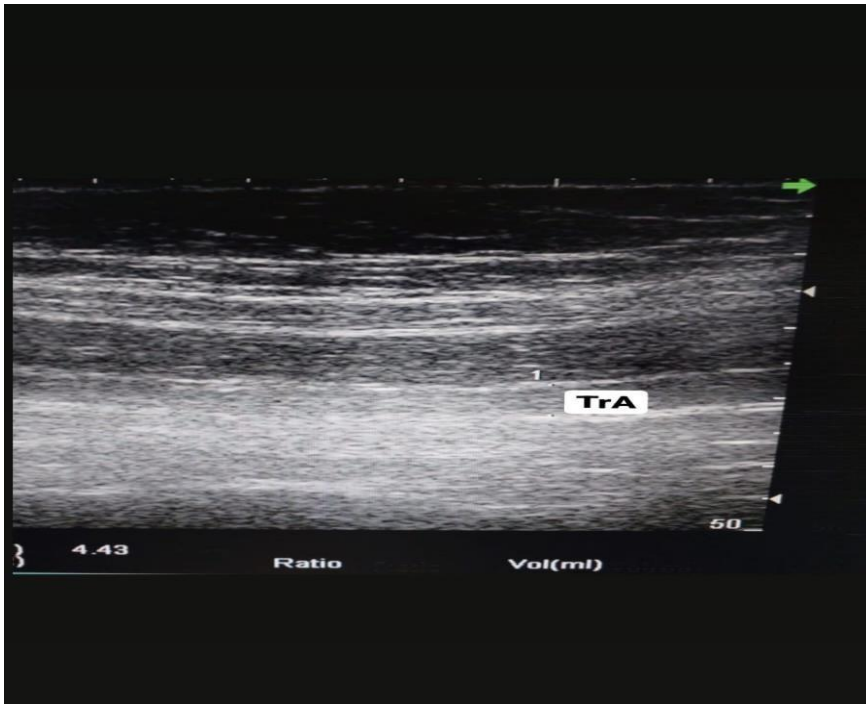
Katılımcı manevrayı yapmaya çalışırken Spina İliaca Anterior Superior (SİAS)'un süperomedial tarafından palpe edilerek manevranın doğru yapılip yapılmadığına bakıldı (114).Katılımcılara 1. gün eğitim verilir, 2. gün ölçüm yapıldı.

3.2.6 Ultrasonografik (US) Değerlendirme

TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık ölçümleri sırasıyla sırtüstü ve yüzüstü pozisyonlarda yapıldı. Ultrasonografik ölçümlerde SHMADZU SDU-1200PRO Diagnostic Ultrasound System (Shimadzu, Japonya) cihazı kullanıldı. TrA'yı ölçerken 5-10 Mhz. başlık kullanıldı. TrA ölçümünde katılımcı sırtüstü pozisyonunda topuklarını kalçasına yaklaştıracak biçimde yattı. Çengel pozisyonunda iken US probu SİAS'ların yaklaşık 2 cm superomedial tarafına yerleştirildi. İstirahat esnasında ölçüm yapıldı ve kaydedildi. Ardından katılımcıdan “*Abdominal hallowing*” manevrası yapması istendi ve kontraksiyonla beraber oluşan yeni kas kalınlığı da kaydedildi (Şekil 3.6, Şekil 3.7). Manevra esnasında yüzeysel kasların aktive olmamasına ve abdominal bölgede gözle görülür bir hareket açığa çıkmasına dikkat edildi. Ölçümler sağ ve sol tarafta 3 kez tekrarlandı. Ölçümler ultrasonografik değerlendirme eğitimi almış bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Analizde her bir ölçümdeki “(kontraksiyon kalınlığı-istirahat kalınlığı)/istirahat kalınlığı*100” formülüyle elde edilen kalınlık değişimlerinin (%) ortalaması kullanıldı (114).



Şekil 3.6. TrA kasının kalınlık ölçümü.



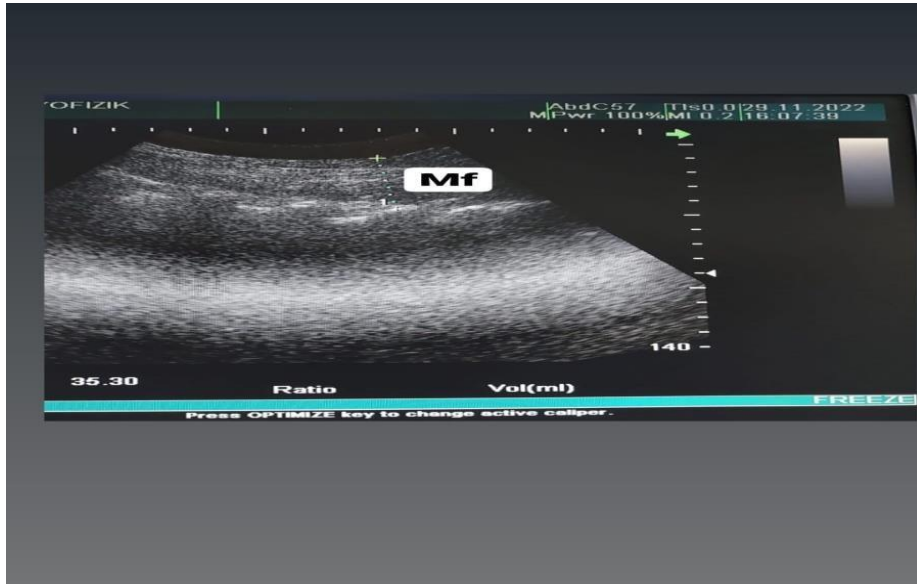
Şekil 3.7. TrA kasının kalınlık ölçümü.

Lumbal MF ölçümü ise hasta yüzüstü pozisyonunda yatırılıp karın altına yastık koyuldu. US probu L4-L5 seviyesinde paravertebral olarak yerleştirildi. İstirahat esnasındaki lumbal MF kalınlığı ölçülüp kaydedildikten sonra katılımcıdan “*abdominal hollowing*” manevrasını bu pozisyonda da tekrarlaması istendi ve kontraksiyon anındaki kalınlık da kaydedildi (Şekil 3.8, Şekil 3.9) Ölçümler sağ ve sol

tarafında 3 kez tekrarlandı. Analizde her bir ölçümdeki “(kontraksiyon kalınlığı-istirahat kalınlığı)/istirahat kalınlığı*100” formülüyle elde edilen kalınlık değışimlerinin (%) ortalaması kullanıldı (115).



Şekil 3.8. Lumbal MF kasının kalınlık ölçümü.



Şekil 3.9. Lumbal MF kasının kalınlık ölçümü

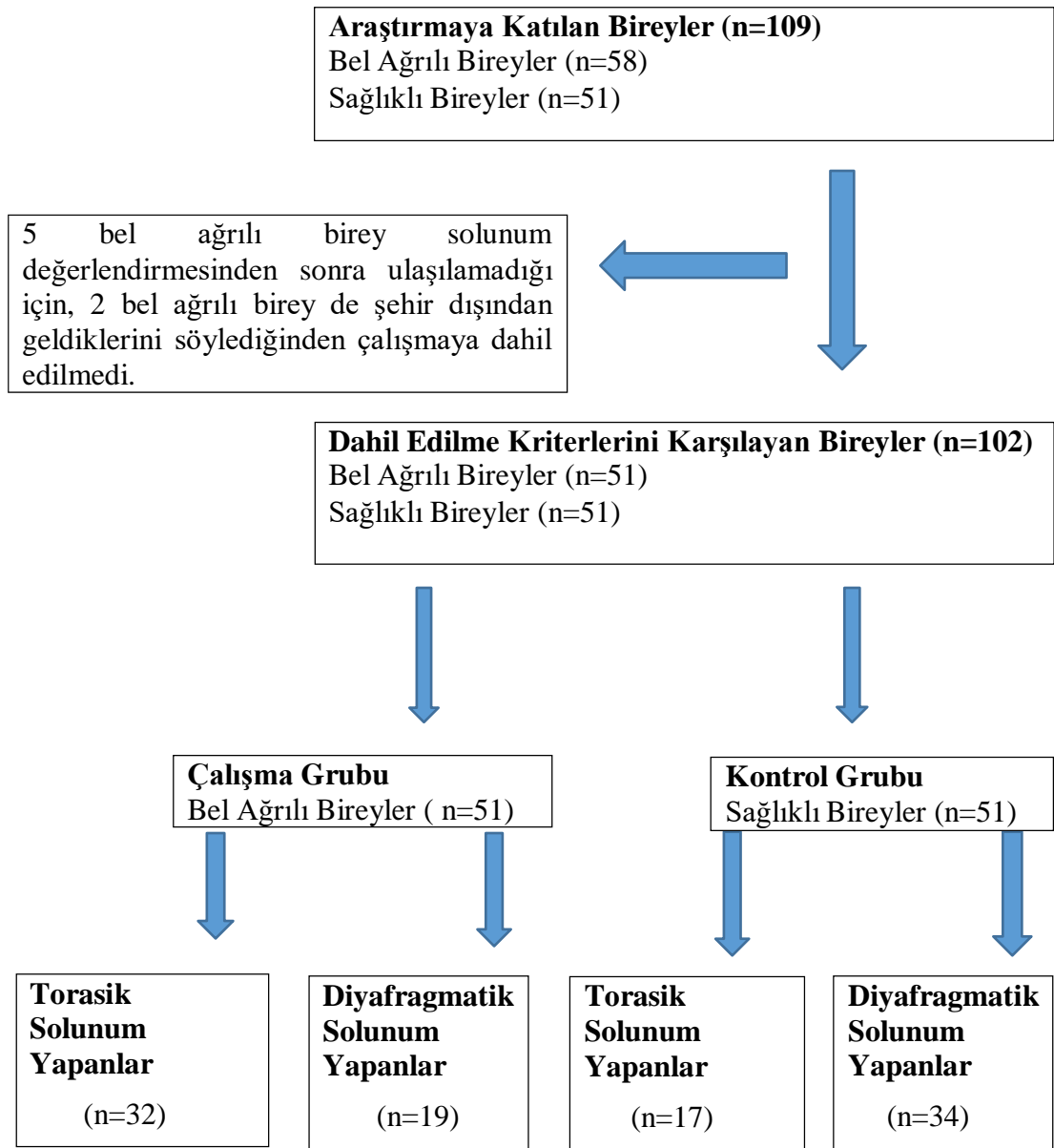
3.3. İstatistiksel Analiz

Güç analizi ve örneklem sayısı hesaplamak için G-Power 3.1.9.7 programı kullanıldı. Araştırmada $\alpha = 0.05$, güç $(1-\beta) = 0.80$ ve etki büyüklüğü $f = 0.50$ verildiğinde her grupta 51 bireyin yer alması gerektiği saptandı. Anlamlılık değeri olarak $p < 0.05$ değeri alınmıştır. Etki büyüklüğü belirlenmesi için Cohen d değerleri hesaplanmıştır. Cohen d değerleri düşük ($0.00 \leq d \leq 0.49$), orta ($0.50 \leq d \leq 0.79$), ve geniş ($d \geq 0.8$) olarak sınıflandırılmıştır.

Verilerin analizi için SPSS 25.0 paket programı kullanıldı. Sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verildi. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk ve çarpıklık basıklık değerlerine bakıldı. Varyansların homojen dağılıp dağılmadığının belirlenmesi için Levene testi uygulandı. Verilerin normal dağıldığı ve homojen olduğu tespit edildikten sonra parametrik testlerin yapılmasına karar verildi. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun normal dağılım gösteren sayısal değişkenleri “iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi”, kategorik değişkenler arası ilişkiyi incelemek için ki-kare testi kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmamıza Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü'ne bel ağrısı şikayeti ile başvuran 58 hasta ile hasta yakınlarından oluşan 51 sağlıklı birey dahil edildi. 5 hastaya solunum paterni değerlendirmesinden sonra ulaşılamadığı için, 2 hasta da yine solunum paterni değerlendirmesinden sonra şehir dışından geldiklerini söylediklerinden çalışmadan çıkarıldılar. Katılımcılardan bel ağrısı olan 51 kişi bel ağrılı gruba, bel ağrısı olmayan 51 kişi de sağlıklı gruba dahil edildi. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma akış şeması (n= birey sayısı)

Bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin demografik ve klinik özellikleri Tablo 4.1'de gösterildi. Bel ağrılı gruptaki bireylerin yaş ortalaması $38,16 \pm 10,38$ yıl, VKİ ortalaması $26,40 \pm 3,63$ kg/m², ağrı süresi ortalaması $47,63 \pm 73,32$ aydı. Sağlıklı gruptaki bireylerin yaş ortalaması $39,53 \pm 11,29$ yıl, VKİ ortalaması $26,25 \pm 2,46$ kg/m² idi. Bel ağrılı gruptaki bireylerin % 49,01'i erkek, % 50,99'u kadındı. Sağlıklı gruptaki bireylerin % 47,1'i erkek, %52,9'u kadındı. Bel ağrılı grupta sigara içenlerin oranı %52,95, sigara içmeyenlerin oranı % 47,05'ti. Sağlıklı grupta sigara içenlerin oranı % 47,1, sigara içmeyenlerin oranı % 52,9'du. Bel ağrılı gruptaki bireylerden yedisi (%13,7) ev hanımı, ikisi (%3,9) emekli, otuz altısı (%70,6) aktif çalışan, altısı (%11,8) öğrenciydi. Sağlıklı gruptaki bireylerden sekizi (%15,7) ev hanımı, ikisi (%3,9) emekli, otuz beşi (%68,6) aktif çalışan, altısı (%11,8) öğrenciydi. Bel ağrılı grup ve sağlıklı grup arasında yaş, cinsiyet, VKİ, meslekler ve sigara kullanım durumları açısından anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 4.1). Bel ağrılı bireylerin kronik dönemde oldukları ve OÖİ'ne göre minimal özre sahip oldukları görüldü.

Tablo 4.1. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun demografik ve klinik özellikleri.

	Bel ağrılı grup (n=51)	Sağlıklı grup (n=51)	p
Yaş (yıl)	38.16±10.38	39.53±11.29	0.524
Cinsiyet			
Kadın	26 (50.99)	27 (52.9)	0.843
Erkek	25 (49.01)	24 (47.1)	
VKİ (kg/m²)	26.40±3.63	26.25±2.46	0.819
Meslek			
Ev Hanımı	7 (13.7)	8 (15.7)	0.994
Emekli	2 (3.9)	2 (3.9)	
Aktif çalışan	36 (70.6)	35 (68.6)	
Öğrenci	6 (11.8)	6 (11.8)	
Sigara			
Evet	27 (52.95)	24 (47.1)	0.552
Hayır	24 (47.05)	27 (52.9)	
Ağrı süresi (ay)	47.63±73.32	-	-
VAS (cm)	4.79±2.07	-	-
OÖİ	17.42±9.81	-	-

Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma, kategorik değişkenler n (%) olarak belirtilmiştir. VKİ: Vücut Kütle İndeksi, OÖİ: Oswestry Özur İndeksi, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, ki-kare testi, $p > 0,05$

Bel ağrılı ve sağlıklı gruptaki bireylerin solunum paterni değerlendirmesi yapılarak hangi solunum paternini sergiledikleri belirlendi. Gruplar arasında solunum paternleri açısından anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Bel ağrılı grubun daha çok torasik

solunum, sağlıklı grubun ise daha çok diyafragmatik solunum yaptığı görüldü. Bireylerin solunum paterni dağılımları Tablo 4.2’ de verildiği gibidir.

Tablo 4.2. Bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin solunum paterni dağılımları.

Solunum paterni	Bel ağrılı grup (n=51)		Sağlıklı grup (n=51)		p
	n	%	n	%	
Diyafragmatik	19	37.3	34	66.7	0.003
Torasik	32	62.7	17	33.3	

Pearson ki-kare testi, $p < 0.05$

Bel ağrılı grup ile sağlıklı grubun kas kalınlık karşılaştırması Tablo 4.3’te verildiği gibidir. Bel ağrılı ve sağlıklı grup arasında sağ ve sol TrA kaslarının kontraksiyon sırasında ve kalınlık değişimi (%) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Bel ağrılı grubun TrA kas kalınlığı sağlıklılara göre daha düşüktü. Bel ağrılı ve sağlıklı grup arasında sağ ve sol lumbal MF kasının kalınlık değişimi (%) açısından anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Sağlıklı bireylerin sağ ve sol lumbal MF kalınlığı bel ağrılı gruptan daha yüksekti.

Tablo 4.3. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun TrA ve lumbal MF kas kalınlıkları karşılaştırma.

	Bel ağrılı grup (n=51)		Sağlıklı grup (n=51)		p	
	X±SS		X±SS		Sağ	Sol
TrA (mm)	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
İstirahat	3.90±0.87	3.86±0.85	3.91±0.51	3.92±0.53	0.913	0.630
Kontraksiyon	4.77±1.01	4.69±0.96	5.24±1.01	5.10±0.80	0.020	0.020
Kalınlık değişimi (%)	22.83±9.02	22.26±9.46	33.46±14.28	30.02±10.41	0.000	0.000
MF (mm)						
İstirahat	35.04±3.87	34.96±4.09	35.37±3.45	35.70±2.76	0.650	0.289
Kontraksiyon	35.77±3.89	35.72±4.16	36.39±3.33	36.74±2.81	0.383	0.152
Kalınlık değişimi (%)	2.09±0.99	2.19±0.94	2.90±1.89	2.90±1.80	0.008	0.015

X: ortalama, SS: standart sapma, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, $p < 0.05$

Torasik solunum yapan bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimi Tablo 4.4’de verildiği gibidir. Torasik solunum yapan bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimine baktığımızda her iki kas için de sağda ve solda istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Torasik

solunum yapan bel ağrılı bireylerin TrA ve lumbal MF kas kalınlık değişimleri daha düşüktü.

Tablo 4.4. Torasik solunum yapan bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişim yüzdeleri.

	Bel ağrılı grup (n=32)		Sağlıklı grup (n=17)		p	
	X±SS		X±SS			
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TrA kalınlık değişimi(%)	20.85±6.79	20.29±6.84	30.90±15.72	26.50±5.56	0.003	0.002
MF kalınlık değişimi(%)	1.79±0.83	2.03±0.79	3.22±2.56	3.31±2.62	0.006	0.013

X: ortalama, SS: standart sapma, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi , $p < 0.05$

Diyafragmatik solunum yapan bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimi Tablo 4.5'te verildiği gibidir. Diyafragmatik solunum yapan bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimi açısından sadece sağ TrA kasının kalınlık değişiminin (%) anlamlı derecede farklı olduğu saptandı ($p < 0.05$). Diyafragmatik solunum yapan bel ağrılı bireylerin sağ TrA kalınlık değişimi (%) daha düşüktü. Sol TrA, sağ lumbal MF ve sol lumbal MF kaslarının kalınlık değişimi açısından ise anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$).

Tablo 4.5. Diyafragmatik solunum yapan bireylerin TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimi.

	Bel ağrılı grup (n=19)		Sağlıklı grup (n=34)		p	
	X±SS		X±SS			
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
TrA kalınlık değişimi (%)	26.16±11.30	25.57±12.23	34.74±13.57	31.79±11.81	0.023	0.076
MF kalınlık değişimi (%)	2.60±1.05	2.45±1.13	2.74±1.46	2.69±1.20	0.710	0.484

X: ortalama, SS: Standart Sapma, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, $p < 0.05$

Bel ağrılı bireylerin solunum paternleri ile TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimleri Tablo 4.6' da verildiği gibidir. Bel ağrılı bireylerin solunum paternleri ile sağ TrA ve sağ lumbal MF kaslarının kalınlık değişimlerinde anlamlı fark

bulundu ($p<0.05$). Sağ TrA ve sağ lumbal MF kaslarının kalınlık değişimleri diyafragmatik solunum yapanlarda daha yüksekti. Sol TrA'nın kalınlık değişimi ise anlamlılık sınırına çok yakındı ($p=0.053$).

Tablo 4.6. Bel ağırlı bireylerin solunum paternleri ile TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişimleri.

Bel ağırlı grup			
(n=51)			
	Diyafragmatik solunum	Torasik solunum	p
	(n=19)	(n=32)	
	X±SS	X±SS	
Sağ TrA kalınlık değişimi (%)	26.16±11.30	20.85±6.79	0.041
Sol TrA kalınlık değişimi (%)	25.57±12.23	20.29±6.84	0.053
Sağ MF kalınlık değişimi (%)	2.60±1.05	1.79±0.83	0.004
Sol MF kalınlık değişimi (%)	2.45±1.13	2.03±0.79	0.130

X:Ortalama, SS: Standart sapma, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, $p<0.05$

Bel ağırlı gruptaki bireylerin solunum paternleri ile VAS değerleri (cm) arasında anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$). Torasik solunum yapan bireylerin VAS değerleri daha yüksekti. Gruplar arasında OÖİ skorları ve ağırlı süreleri açısından anlamlı bir fark bulunamadı ($p<0.05$). Bel ağırlı gruptaki bireylerin solunum paternleri ile değerlendirme esnasındaki VAS (cm) değerleri, OÖİ skorları ve ağırlı süreleri (ay) Tablo 4.7'de verildiği gibidir.

Tablo 4.7. Bel ağrılı bireylerin solunum paternleri ve VAS (cm) değerleri dağılımı.

Bel ağrılı grup (n=51)			
	Diyafragmatik solunum (n=19)	Torasik solunum (n=32)	
	X±SS	X±SS	p
VAS (cm)	3.88±2.21	5.33±1.81	0.015
OÖİ	15.88±9.54	18.34±9.99	0.391
Ağrı süresi(ay)	34.45±27.66	55.45±89.75	0.328

X: ortalama, SS: standart sapma, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi , $p < 0.05$

5. TARTIŞMA

Bel ağrılı bireylerde solunum paterninin stabilizatör kas kalınlıkları (TrA ve lumbal MF) üzerine etkisini sağlıklı bireyler ile karşılaştırdığımız çalışmamızın sonucunda bel ağrılı grubun daha çok torasik solunum yaptığı, bel ağrılı grup torasik solunum yaparken TrA ve lumbal MF kalınlık değişimlerinin daha düşük olduğu, bel ağrılı grupta diyafragmatik solunum paterninde bile TrA kalınlık değişiminin daha az olduğu görüldü.

Bel ağrısı insanların günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılığa yol açan ve iş devamlılığını da olumsuz etkileyen yaygın bir kas iskelet sistemi problemidir. Literatürde bel ağrısının her yaş grubunda görülebilen bir durum olduğu belirtilmekle birlikte en çok görüldüğü yaş aralığının 30-40 yaş (4. dekat) arası olduğu bildirilmiştir. Kronik bel ağrısı genel olarak 30'lu yaşlarda başlayıp 60 yaşına kadar prevalansı artan, 60'lı yaşlardan itibaren de prevalansın stabil hale geldiği veya azaldığı bir problemdir (116). Wu ve ark. (117) çalışmalarında bel ağrısı prevalansının yaşla birlikte arttığını ve en fazla engelliliğin 35-49 yaş arasında ortaya çıktığını bildirmiştir. Çalışmamıza dahil ettiğimiz bel ağrılı hastaların yaş ortalaması $38,16 \pm 10,38$ idi ve bel ağrılı bireylerin literatürde belirtilen genel yaş ortalaması ile uyumluydu.

Çalışmamızda yer alan bel ağrılı kadınların oranı %51,1 iken, erkeklerin oranı %48,9'du. Bel ağrısı prevalansının kadınlarda daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bunun sebepleri arasında kadınlardaki hamilelik süreci, çocuk bakımı, ev işleri ve ücretli çalışmanın beraber yürütülmesi nedeniyle kas iskelet sistemine gereğinden fazla yüklenmek gibi faktörlerin rolünün olduğu düşünülmektedir (118). Ayrıca daha az kas ve kemik kütlesi gibi fizyolojik özellikler ile psikolojik faktörlerin, kadınlarda bel ağrısı prevalansının daha yüksek olmasında etkili olduğu söylenebilir (119).

Meucci ve ark. (118) yaptıkları sistematik derlemede, 30-60 yaş arasındaki bireylerde bel ağrısı prevalansındaki artışı, otuzlu yaşlardan itibaren oluşan dejeneratif eklem süreci ve mesleki zorlanmalara bağlamışlardır. Freburger ve ark. (120) yapmış oldukları çalışmada, yaşamın 7.dekatında (60-70 yaş arası) olan kişilerde bel ağrısının azalmaya başlamasının mesleki ya da günlük işlerdeki zorlanmanın azalmasıyla ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Nieuwanhuyse ve ark. (121) ise işe başlamadan önce bel ağrısı öyküsü olmayan 278 genç işçi üzerinde yaptıkları kesitsel analizde, genç

işçilerin ilk istihdamlarında bel ağrısı ve işle ilgili risk faktörlerini araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda uzun süre oturmanın, saatte 12'den fazla gövde fleksiyonu ve rotasyonu yapmanın ve saatte en az bir kez 25 kg ve üzeri yük kaldırılan bir işte 3 yıldan daha uzun süre çalışmanın, bel ağrısı için iş ile ilgili risk faktörleri olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda bel ağrılı grubun %71,1'inin aktif çalışan olduğunu, bu kişilerin güvenlik görevlisi, fabrika işçisi, ofis çalışanı olarak görev yaptıkları belirlendi. Çalışmamıza dahil edilen bireylerin literatürü destekler şekilde belirtilen risk faktörlerine maruz kaldıkları düşünüldü.

Literatürde VKİ'deki artışın bel ağrısı için bir risk faktörü olduğuyla ilgili çelişkili sonuçları olan birçok çalışma mevcuttur. Kaçuri ve ark. (122) yaptıkları çalışmada, obezitenin bel ağrısı üzerinde bir etkisinin olmadığını ancak iyileşme süresini uzatabileceğini bildirmiştir. Shiri ve ark. (123) ise 33 çalışmayı dahil ettikleri bir meta analizde, VKİ'si $<25 \text{ kg/m}^2$ olan bireylerle karşılaştırıldığında VKİ'si $25-29.9 \text{ kg/m}^2$ olan bireylerde bel ağrısı prevalansının daha yüksek olduğunu, obez bireylerle ($\text{VKİ} > 30 \text{ kg/m}^2$) karşılaştırıldığında ise bel ağrısı prevalansının daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamıza dahil edilen bel ağrılı bireylerin VKİ ortalamaları 26.40 ± 3.63 idi ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından tavsiye edilen fazla kilolu ($25-29.9 \text{ kg/m}^2$) gruba dahil olmaktadır. Literatür bu konuda çelişkili sonuçlar belirtse de, klinik olarak bel ağrılı grubun kilo yönetiminin önemli olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmamızda bel ağrılı grup için $\text{VKİ} < 30 \text{ kg/m}^2$ olan bir dahil edilme kriteri idi. Literatürde gövdede (özellikle abdominal bölgede) kas kütlesi ile kas içi yağ dokusu birikimi arasında negatif korelasyon bildirilmiştir (124). Bu durumun çalışmamızda kas kalınlık ölçümü yaptığımız TrA ve lumbal MF kaslarının ultrasonografik (US) görüntülenmesinde zorluk oluşturacağı düşünüldü. Bu nedenle $\text{VKİ} < 30 \text{ kg/m}^2$ olan bireyleri çalışmamıza dahil ederek bu faktörün sonuçları etkilemesinin önüne geçildi.

Diyafragma, TrA ve PTK hem solunumda hem postüral stabilizasyonda rol oynar (1). Kubbe şeklinde yerleşmiş olan diyafragma inspirasyonla birlikte düzleşir ve KİB'i artırarak TrA ve PTK'da refleks ko-kontraksiyon açığa çıkarır (11, 13). Bu kasların inkoordinasyonu ile birlikte meydana gelen lumbal instabilite bel ağrısının önemli nedenlerinden biridir (24). Derin kasların zincirleme olarak birbirlerini bu

şekilde aktive etmeleri ve bunu başlatan kasın diyafragma olması nedeniyle, bel ağrısı ile solunum paterni arasındaki değişiklik anlamaya çalışıldı. Çalışmamızda solunum paterni değerlendirmesini “Solunum Hareketinin Manuel Değerlendirmesi” yöntemi ile yapıldı. Geçerlik ve güvenilirliği Courtney tarafından yapılan yöntemde iki değerlendirmeci birbirlerinden bağımsız olarak palpasyon ile bireylerin hangi solunum paternine sahip olduklarını belirlemektedir. Postürün solunum paternini etkilemesinden dolayı dik postürde, normal postürde ve gevşek postürde değerlendirme yapılmaktadır. Bu yöntemin cihaz destekli “Hi Lo” Solunum Değerlendirmesi ve Solunum İndüksiyon Pletismografisi yöntemleriyle benzer sonuçlar verdiği literatürde belirtilmiştir (110, 125). “Solunum Hareketinin Manuel Değerlendirmesi” yönteminin farklı postürlerde değerlendirme yapması ve diğer yöntemlere göre ucuz olması avantajıdır.

Çalışmamızda “Solunum Hareketinin Manuel Değerlendirmesi” yöntemine göre bel ağrılı bireylerin %37,3’ünün diyafragmatik solunum yaptığını %62,7’sinin ise torasik solunum yaptığı görüldü. Bu sonuç ile bel ağrılı bireylerin diyafragmayı normalden daha az aktive edebildikleri söylenebilir. Literatürde çalışmamızda kullandığımız yöntem veya diğer objektif değerlendirme ölçütlerini kullanarak bel ağrılı bireylerin solunum paterninin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanılmıştır. Roussel ve ark. (126) kronik spesifik olmayan bel ağrılı hastalarda yaptıkları vaka kontrol çalışmasında solunum paternini tek değerlendirmeci tarafından görsel inceleme yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Hastaların yarısından fazlasının lumbopelvik stabilizatör kasların zorlandığı performanslar (sırtüstü yatışta 90° kalça ve diz fleksiyonu, sırtüstü yatışta fleksiyondaki bacağın 45° abduksiyonu ve sırtüstü yatışta aktif düz bacak kaldırma) esnasında farklı solunum paterni sergilediğini bildirmişlerdir. Yazarlar, motor kontrol testleri süresinde stabilizasyon ihtiyacının daha da arttığını, diyafragma kasının diğer stabilizatör kaslarla birlikte stabiliteyi artırmaya çalışırken, bir diğer görevi olan solunuma yeterli katkıyı veremediğini belirtmiştir. Bundan dolayı da bel ağrılı hastaların solunum paternlerinin değişiklik gösterebileceği vurgulanmıştır. Bu çalışmada solunum paterninin değerlendirilmesi farklı olsa da çalışmamızın sonucunu destekler niteliktedir.

Literatürde bel ağrılı bireylerde diyafragma hareketi ve kalınlığı oldukça ilgi gören bir alandır. Mohan ve ark. (127) spesifik olmayan bel ağrılı hastalar ile sağlıklı

bireyleri solunum kas fonksiyonu (kuvvet ve endurans), diyafragma hareketliliği, göğüs ekspansiyonu ve *core* stabilite açısından inceledikleri çalışmada bel ağrılı bireylerde diyafragma hareketliliğinin sağlıklı bireylere göre azalmış olduğunu bulmuşlardır. Calvo-lobo ve ark. (62) lumbopelvik ağrısı olan ve olmayan sporcuları dahil ettikleri çalışmalarında solunum esnasında diyafragma kalınlığına bakmışlardır. Ağrılı sporcuların diyafragma kalınlığının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar bu sonuca göre diyafragmanın yeniden eğitiminin atletik performans, önleme ve rehabilitasyon ile ilgili müdehalenin odak noktası olabileceğini belirtmişlerdir. Janssens ve ark. (5) ise çalışmalarında postüral görevler esnasında diyafragma üzerindeki yükün arttığını, bunun nedeni olarak da solunum ve postüral kontrolün eş zamanlı çalışmasının KİB'i azaltan ve bel ağrısına yol açan inspiratuar kas yorgunluğuna yol açması olarak açıklamışlardır.

O'Sullivan ve ark. (106) bel ağrılı hastalarda aktif düz bacak kaldırma testi esnasında diyafragma hareketinin azaldığını ve pelvik taban depresyonunun arttığını bulmuşlardır. Diyafragma hareketinin azalması ve pelvik tabanın daha fazla depresyonu KİB'i yeterince artıramadığından yeterli miktarda spinal stabiliteye katkı veremediğini ve bu durumun ağrı oluşumuna neden olmuş olabileceğini savunmuşlardır.

Diyafragma hareketliliğinin azalması muhtemelen solunum paternini de etkileyecektir. Çalışmamızda bel ağrılı bireylerin daha çok torasik solunum yaptığını bulduk ve bu sonuç ile literatürün de desteklediği gibi bel ağrılı grubun diyafragmayı sağlıklı bireylerdeki kadar aktive edemediği söylenebilir. Dolayısıyla kubbe şeklindeki diyafragmanın solunum esnasında yukarıdan aşağıya doğru olan hareket mesafesi azalmış olur. Bu meydana geldiğinde diyafragma kısalır ve toraksta daha düşük bir dinlenme pozisyonu almaya zorlandığı için kubbeliğini kaybeder. Diyafragma liflerinin kısılması, tüm kasılan kaslar için geçerli olan uzunluk kanunları, gerilim ilişkileri nedeniyle diyafragmanın gücünü ve etkinliğini azaltır (75). Ayrıca diyafragmanın eğriliğinin veya kubbesinin azalması, apozisyon bölgesinin küçülmesi ile de ilişkilidir. Bu durumda 7-12. kostalara bağlı olan diyafragma lifleri dikeyden ziyade enine yönlendirilmiş olur. Diyafragma kasıldığında alt göğüs kafesini kaldırmada ve genişletmede yetersizlik gösterir ve dolayısıyla daha düşük transdiyafragmatik basınç nedeniyle diyafragmanın göğüs kafesine hava çekme

yeteneği azalır. Bunun sonucunda adaptif solunum stratejileri gelişebilir. Böyle bir adaptif solunum stratejisi, torako-abdominal genişlemeye izin vermek için abdominal kasları inspirasyonda gereğinden fazla gevşetmek olabilir. Bu durum nefes alırken abdominal sorumluluğun azalmasına yol açar ve instabiliteye neden olabilir. Bu durum da daha fazla torasik solunumu ve daha az verimli diyafragma aktivitesini yansıtacaktır. Vücut bu pozisyonu ve nefes alma stratejisini uzun süre korursa, diyafragma adapte olarak kısalabilir ve hiperinflasyon gelişebilir (78, 96, 97). Hiperinflasyon, üst göğüs kafesini genişletmek amacıyla skalenler, SKM, pektoraller, trapezius kasının üst parçası ve paraspinaler gibi yardımcı solunum kaslarının aşırı kullanımına da katkıda bulunabilir (98-100).

Çalışmamızda bel ağrılı bireylerden torasik solunum yapanların VAS değerleri diyafragmatik solunum yapanlara göre anlamlı derecede daha yüksekti ($p=0.01$). Benoist (128) bel ağrılı hastalarda solunum paterninin değişiklik göstermesini ağrıdan kaçınmanın bir sonucu olarak değerlendirmiştir. Ayrıca uygun inspiratuar kas eğitimi ile solunum fonksiyonunun yeniden düzenlenmesinin bel ağrısı rehabilitasyon programında yer alması gerektiğini bildirmiştir. İnsanlar ağrıdan dolayı ağrıyı en az hissettikleri postürü sergileyebilirler. Bu hatalı postür de diyafragmanın apozisyon bölgesini daraltarak hatalı solunum paternlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir (96). Apozisyon bölgesi ne kadar dar olursa, inspirasyonla birlikte kostaların laterale doğru hareketi o kadar kısıtlanacak ve diyafragma hareketliliği de azalmış olacaktır.

Finta ve ark. (129) 52 kronik bel ağrılı hastayı dahil ettikleri çalışmada hastaları iki gruba ayırmışlardır. İlk gruba diğer gruptan farklı olarak diyafragma eğitimi vermişlerdir. Eğitimden sonra yatma ve oturma pozisyonlarında ilk gruptaki bireylerin diyafragma, TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlığının arttığını bildirmişlerdir. Bu sonucu, diyafragmanın aktivasyonunun diğer stabilizatör kasları da aktive etmesine bağlamışlardır. Diyafragmanın aktivasyonunun güçlü veya zayıf olması TrA ve lumbal MF aktivasyonunu da aynı şekilde etkileyecektir. Çalışmamızda bu düşünceден yola çıkarak bel ağrılı bireylerin sergilediği solunum paternine göre TrA ve lumbal MF kaslarının kas kalınlıklarını karşılaştırdık. TrA ve lumbal MF lumbal stabilizasyonda görevli kaslardan ikisidir. İspirasyonla birlikte diyafragmanın düzleşerek KİB'i artırması, sırasıyla TrA ve lumbal MF kaslarını da aktive ederek iyi

bir spinal stabilite sağlar (11). Bu kasların inkoordinasyonu sonucu lumbal instabilite ortaya çıkar ve bu durum yüksek ihtimalle bel ağrısına neden olabilir (24).

Hides ve ark. (130) kronik bel ağrılı hastalarda yaptıkları çalışmada lumbal MF'yi aktive edebilme becerisi ile TrA'yı aktive edebilme becerisinin ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Literatürdeki bu sonuç inspirasyon ile diyafragmanın önce TrA ve PTK'da ko-kontraksiyon, KİB'in artmasıyla da torakolumbal fasyanın gerilip lumbal MF'un aktive olduğu bilgisiyle uyumludur.

Çalışmamızda bel ağrılı bireylerin TrA ve lumbal MF kalınlık değişiminin sağlıklı bireylere göre daha az olduğunu, torasik solunum yapan bel ağrılı bireylerin TrA ve lumbal MF kalınlık değişimlerinin diyafragmatik solunum yapan bireylerden daha düşük olduğunu ve bel ağrılı bireylerin diyafragmatik solunum paterninde bile TrA kalınlık değişiminin daha az olduğunu bulduk.

Literatürde bel ağrılı bireylerde TrA ve lumbal MF kaslarında birtakım değişiklikler olduğu bildirilmiştir. Hodges ve ark. (6) bel ağrılı grupta yaptıkları çalışmada omuz fleksiyonu, ekstansiyonu ve abduksiyonu esnasında stabilizatör kasların aktive olma zamanını elektromiyografi (EMG) yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Bel ağrılı bireylerin TrA aktivasyonunun önemli ölçüde geciktiğini bildirmişlerdir ve TrA'nın gecikmeli kontraksiyonunu omurganın kassal stabilizasyonundaki verimsizliği olarak yorumlamışlardır. Wallwork ve ark. (66) bel ağrılı ve sağlıklı bireylerin lumbal MF kasını US yöntemiyle inceledikleri çalışmada, bel ağrılı bireylerin lumbal MF kasının L5 seviyesinde kesit alanının önemli ölçüde daraldığını ve aynı seviyede bel ağrılı bireylerin lumbal MF kasının kalınlık değişim yüzdesinin azaldığını bulmuşlardır. Critchley ve Coutts (131) bel ağrılı bireyler ile sağlıklı bireylerin istirahat halinde TrA kalınlıklarında bir fark olmadığını ancak "*Abdominal hollowing*" manevrasıyla birlikte kalınlık değişimlerinin bel ağrılı bireylerde anlamlı derecede daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Manzano ve ark. (132) spesifik olmayan kronik bel ağrılı hastalarda yaptıkları çalışmada aktif düz bacak kaldırma testi esnasında bel ağrılı bireylerin lumbal MF kalınlık değişimini anlamlı derecede daha düşük bulmuşlardır. Hofste ve ark. (133) ise çalışmalarında sağlıklı bireylerin lumbal MF kas kalınlıklarını subakut ve kronik bel ağrılı bireylere göre anlamlı derecede daha yüksek bulmuşlardır.

Sutherlin ve ark. (134) da bel ağrılı bireylerin sağlıklı bireylere göre oturma ve yatma pozisyonlarında TrA'nın kalınlık değişimlerinin daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızda da sağlıklı bireylere göre “*abdominal hollowing*” öncesi ve sonrası bel ağrılı bireylerin TrA ve lumbal MF kas kalınlık değişiminin daha az olduğu literatür sonuçlarını desteklemektedir.

Hüseyinifar ve ark. (135) spesifik olmayan kronik bel ağrılı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada birinci gruba stabilizasyon egzersizleri ikinci gruba *McKenzie* egzersizleri uygulamışlardır ve çalışma sonucunda birinci grubun ağrı düzeyinin anlamlı derecede azaldığını bulmuşlardır. Yazarlar bu sonucu stabilizasyon egzersizleri sonucunda TrA kalınlığında anlamlı derecede artış olmasına bağlamışlardır. Narouei ve ark. (136) da spesifik olmayan bel ağrılı bireylerde *core* stabilizasyon egzersizleri ile TrA kontraksiyon kalınlığının arttığını, buna bağlı olarak da özrü azaldığını bildirmişlerdir.

Solunum paterni ve stabilizatör kasların kalınlıkları arasındaki ilişki incelendiğinde ise literatürde birkaç çalışma karşımıza çıkmaktadır. Çalışmaların sonuçları solunum paterni ile kas kalınlıkları arasındaki ilişkiyi desteklemekle birlikte sonuçların değişkenlik gösterdiğini söyleyebiliriz. Kas kalınlıklarına solunumun hangi fazında bakıldığı, hangi pozisyonda ölçüm yapıldığı, destek yüzeyinin artırılıp azaltılması gibi faktörler bu sonuçların ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Solunum esnasında kas kalınlığına bakmak diyafragmanın spinal stabilizasyona katkısını azaltacağından diğer abdominal kasların aktivitesini etkileyebilir. Yatma, oturma ve ayakta durma gibi farklı pozisyonlar kasların başlangıç uzunluğunu değiştireceğinden kalınlık değişimlerini de etkileyebilir. Destek yüzeyi azaldıkça kaslar ayrıca vücudu dengede tutmaya çalışacağından gövde kaslarının iş yükü artacak ve muhtemelen normalden farklı bir aktivasyon sergileyeceklerdir.

Kweon ve ark. (137) solunum paterni ile gövde kaslarının aktivasyonunu inceledikleri çalışmada katılımcılardan 4 farklı solunum paterninde nefes almalarını istemişler ve EMG yöntemiyle kasların aktivasyonu değerlendirilmiştir. Bu paternler dinlenme halinde inspirasyon yapılan sessiz solunum, inspirasyon esnasında abdomenin dışarı doğru hareket ettiği diyafragmatik solunum, *pursed-lip* solunum ile diyafragmatik solunumun birlikte yapıldığı kombine solunum ve solunum kasları endurans eğitim solunumu paterni idi. Sessiz solunum esnasında TrA, IO, EO, lumbal

MF, RA ve erektor spina (ES) kaslarının hepsi minimal aktivasyon gösterirken, solunum kasları endurans eğitim paterninde tüm kaslar maksimal aktivasyon göstermiştir. TrA, IO, EO ve RA kasları diyafragmatik solunumda, kombine solunuma göre daha iyi aktivasyon gösterdiğini görmüşlerdir. Çalışmamızda diyafragmatik solunum yapan bel ağrılı bireylerin TrA kalınlık değişim yüzdelerinin torasik solunum yapanlara göre daha fazla olduğunu bulduk. Diyafragmanın daha iyi aktive edildiği diyafragmatik solunumun diğer stabilizatör kasların aktivasyonunu artırmış olabileceğini düşünüyoruz.

Arab ve ark. (138) spesifik olmayan kronik bel ağrılı erkek hastalarla sağlıklı erkek bireylerin inspirasyon sonu ve ekspirasyon sonu gövde kaslarının kalınlıklarını değerlendirmişlerdir. Bel ağrılı bireylerde azalmış M. Obliquus eksternus (EO) aktivitesi ile artan M. Rectus abdominis (RA) aktivitesi bulmuşlardır. Yazarlar bu sonucu diyafragmanın hareketliliğinin azalmasını kompanse etmek için RA'nın daha çok aktive olup KİB'i artırmasını ve daha iyi bir ekspirasyon için diyafragmayı yukarı doğru itmesi ile açıklamışlardır. Ancak bu kompanstuar mekanizmanın omurgaya daha fazla yük uygulayıp intervertebral diskleri yaralanmaya daha açık hale getirebileceğini belirtmişlerdir. Bundan dolayı da spesifik olmayan bel ağrılı bireylerin tedavisinde solunum paterninin düzenlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Won ve ark. (139) boyun ağrılı hastalarda solunum paterninin SKM ve derin servikal fleksör (DSF) kas kalınlıkları üzerine etkisini inceledikleri çalışmada katılımcıları kostodiyafagmatik solunum yapanlar ve üst kostal solunum yapanlar olmak üzere iki gruba ayırıp, iki gruba da kraniyo servikal fleksiyon egzersizi yaptırmışlardır. Egzersiz esnasında DSF kas kalınlıklarında iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmazken, SKM kas kalınlığı üst kostal solunum yapanlarda anlamlı derecede daha kalın bulunmuştur. SKM yüzeysel bir kas olmakla birlikte aynı zamanda yardımcı solunum kaslarından. Diyafragmanın solunuma olan katkısının yeterli olmadığı durumlarda yardımcı solunum kaslarının daha fazla aktive olduğunu düşünürsek SKM'nin üst kostal solunum yapanlarda daha kalın olması beklenen bir durumdur. Çalışmamızda torasik solunum yapan bel ağrılı bireylerde derinde yer alan stabilizatör kasların daha düşük kalınlıkta olmasıyla bahsettiğimiz çalışmanın sonucu uyumludur.

Cuna-Carrera ve ark. (140) kronik bel ağrılı ve sağlıklı bireylerde ultrasonografi ile karın kaslarının kalınlığına bakmışlardır. Sonuç olarak istirahatte iki grup arasında bir fark bulamazken inspirasyon esnasında bel ağrılı grupta TrA ve IO kaslarında daha fazla kalınlık artışı bulmuşlardır. Diyafragmanın hem solunumda hem de spinal stabilizasyonda görevli bir kas olduğunu, inspirasyon esnasında diyafragmanın solunum görevinden dolayı spinal stabilizasyona yeterli katkıyı veremediğini ve diyafragmanın veremediği katkıyı yerine koymak için TrA ve IO kaslarının daha fazla aktive olmuş olabileceğini savunmuşlardır. Çalışmamızda solunum sırasında kas kalınlık ölçümü yapılmış olsaydı Cuna-Carrera ve ark. nın çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterebilirdi.

Rasouli ve ark. (141) kronik bel ağrılı ve sağlıklı bireylerde farklı pozisyonlarda ve solunumun her iki fazında (inspirasyon ve ekspirasyon) abdominal kasların kalınlık değişimlerine bakmışlardır. Kas kalınlık değişimlerine sandalyede otururken, jimnastik topu üzerinde otururken ve sol ayağını kaldırıp jimnastik topu üzerinde otururken bakmışlardır. Sol ayağını kaldırıp jimnastik topu üzerinde otururken her iki solunum fazında da bel ağrılı grubun TrA, IO ve RA kaslarında daha düşük kalınlık değişimi bulunmuştur.

Çalışmamızda bel ağrılı grupta torasik solunum yapanların stabilizatör kaslardaki kalınlık değişimlerinin daha düşük olduğunu bulduk. Bel ağrılı bireylerde diyafragma hareketi azalmaktadır. Diyafragma hareketliliğinin azalması bireylerde torasik solunumu öne çıkarmakta ve yeterli KİB artışı sağlanamadığından stabilizatör kasların aktivasyonunu da azaltmaktadır. Bel ağrılı bireylerde solunum paterni göz ardı edilen önemli faktörlerden biridir. Solunum paterninin değerlendirilmesinin ve diyafragma fonksiyonu ile derin karın kaslarının kontrolünü entegre etmeye odaklanan bir müdahale programının tedavide etkili sonuçlar ortaya çıkarabileceğini düşünüyoruz.

Solunum mekaniği hem postürde hem de spinal stabilizasyonda anahtar rol oynar. Bir stabilizasyon egzersizi yaparken doğru nefes alıp vermenin çok ötesinde; hem normal postür hem de spinal stabilizasyonun mümkün olması için solunum mekaniğinin sağlam olması gerekir (92). Solunumdan sorumlu birincil kaslar diyafragma, interkostal kaslar, skalenler, TrA, PTK ve omurganın derin intrinsik kaslarıdır (30, 107). Bu kaslar hem solunumda hem de postüral stabilizasyonda görev

alırlar. İspirasyon sırasında diyafragma kasılır, kubbe düzleşip aşağı doğru hareket ettikçe merkezi tendon daha sabit hale gelir. Bu, KİB'i artırırken hacmini azaltır ve karın duvarının dışa doğru bombeleşmesine neden olur (108). Dinlenim halinde rahat nefes alıp verirken üst göğsün kaldırılması normal değildir (92). İspirasyon esnasında sternumun yatay düzlemde genişlemek yerine dikey olarak yukarı kaldırılmasındaki hatalı patern, skalenler, trapezius ve levator skapula kaslarındaki iki taraflı aşırı aktivite nedeniyle oluşur. "Torasik solunum" olarak adlandırılan bu hatalı patern solunumda en sık görülen hatadır.

Bel ağrılı hastalarda uygulanan stabilizasyon egzersizlerinin ağrıyı azaltmakta etkin olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (17, 103). Ancak TrA, lumbal MF ve paraspinal aktivasyonu içeren geleneksel stabilizasyon egzersizleri, gelecekteki ağrı ataklarını önlemek için her zaman yeterli olamayabilir. Belki de diyafragmanın optimal apozisyon bölgesini teşvik eden ve TrA'nın optimal aktivasyonunu destekleyen stabilizasyon egzersizleri, bel ağrısı ile ilişkili olabilecek suboptimal solunum ve duruşun ele alınmasına daha fazla yardımcı olabilir.

Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmamızın birkaç limitasyonu bulunmaktadır; ilki diyafragma hareketinin veya kalınlığının değerlendirilmesi çalışmamızın sonuçlarını kuvvetlendirebilirdi. Çalışmamızda bel ağrılı bireylerin daha çok torasik solunum yapmasını diyafragma kasının hareketliliği veya kalınlığının azalması ile ilişkilendirdik. Diyafragma kasının mimari özelliklerini değerlendirmek bu sonucumuzu destekleyebilirdi. Manyetik Rezonans Diyafragma kasının görüntülenmesinde en uygun ölçüm yöntemidir. Çalışmamızın bütçesi buna uygun olmadığı için bu değerlendirme yöntemini kullanamadık. İkincisi, stabilizatör kasların kalınlıkları solunum esnasında (diyafragmatik solunum ve torasik solunum) ölçülebilirdi. Çünkü diyafragmanın solunum esnasında stabilizasyon görevi etkileneneğinden TrA ve lumbal MF kas kalınlıklarının da etkilenmesi muhtemeldir. Böylece çalışmamızda desteklediğimiz solunum paterni ve stabilizatör kaslar arasındaki ilişki daha belirgin bir şekilde ortaya koyulabilirdi. Bir diğer limitasyon ise çalışmamızda solunum kas enduransının ölçülmemesidir. Solunum kaslarının enduransındaki azalma solunum paternini etkileyebileceğinden bu değerlendirmeyi yapmak çalışmamızın sonuçlarını kuvvetlendirebilirdi.

Çalışmanın sonucunda solunum paterninin derin stabilizatör kas kalınlıklarını ve bel ağrılı grubun ağrı düzeyini etkilediği belirlendi. Bel ağrılı bireylerde solunum paterni göz ardı edilen önemli faktörlerden biridir. Solunum paterninin değerlendirilmesinin ve diyafragma fonksiyonu ile derin karın kaslarının kontrolünü entegre etmeye odaklanan bir müdahale programının tedavide etkili sonuçlar ortaya çıkaracağını düşünüyoruz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın amacı bel ağrılı bireylerin solunum paterni ile TrA ve MF kas kalınlıkları arasındaki ilişkiyi sağlıklı bireyler ile karşılaştırmaktır. Çalışmamıza 51 bel ağrısı şikâyeti olan ve 51 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ve önerilerimiz aşağıda özetlenmiştir.

1. Bel ağrılı ve sağlıklı grubun demografik özellikleri benzer olup, bu durum değerlendirme sonuçlarının objektif olmasını sağladı.
2. Bel ağrılı grubun yaş ortalaması 38 yıl iken sağlıklı grubun yaş ortalaması 39 yıldır. Literatürde bel ağrısının en sık görüldüğü yaşın 30-40 aralığında olduğu bildirildiğinden, bel ağrılı grubun yaş ortalaması literatürdeki yaş ortalaması ile uyumluydu.
3. Bel ağrılı grubun %51'i kadınlardan oluşmaktaydı. Literatürde bel ağrısının kadınlarda daha çok görülen bir problem olduğunu söylemektedir.
4. Çalışmamızda bel ağrılı grubun % 14'ü ev hanımı, % 4'ü emekli, %70'i aktif çalışan ve % 12'si öğrenciydi. Bel ağrılı grupta aktif çalışanların güvenlik görevlisi, fabrika işçisi, ofis çalışanı gibi meslekleri yapmalarından dolayı literatürde belirtilen risk faktörlerine maruz kaldıklarını söyleyebiliriz.
5. Bel ağrılı grubun ağrı süresi ortalama 47 aydır. Literatürdeki gruplamaya göre kronik bel ağrılı grupta idiler.
6. Çalışmamızda bel ağrılı grubun daha çok torasik solunum, sağlıklı grubun ise daha çok diyafragmatik solunum yaptığını bulduk. Yapılan çalışmalarda bel ağrılı bireylerde diyafragma kalınlığının ve hareketinin azaldığı ve spinal stabilitenin de bu durumdan olumsuz etkilendiği söylenmektedir. Bu yönden bakıldığında bel ağrılı bireylerde solunumun regüle edilmesi bir tedavi stratejisi olarak düşünülebilir.
7. TrA ve lumbal MF lumbal stabilizasyonda görevli kaslardan ikisidir. İspirasyonla birlikte diyaframın düzleşerek KİB'i artırması, sırasıyla TrA ve lumbal MF kaslarını da aktive ederek iyi bir spinal stabilite sağlar. Diyafragma kası KİB'i artıran ilk kas olduğu için bu kasta meydana gelen değişiklik TrA ve lumbal MF kaslarını da etkileyecektir. Çalışmamızda bu düşünceden yola çıkarak bel ağrılı bireylerin sergilediği solunum paternine göre TrA ve lumbal MF kaslarının kas kalınlıklarını karşılaştırdık.

8. Çalışmamızda iki grup arasında TrA ve lumbal MF kaslarının kalınlık değişim yüzdeleri arasında fark bulduk. Bel ağrılı grubun bu stabilizatör kasları sağlıklı bireyler kadar aktive edemediklerini gördük. Bu sonuç “bel ağrılı bireylerde stabilizasyon kaslarının etkilendiğini” ve tedavi programında bu kasların özel eğitimine yönelik egzersizlerin verilmesi gerektiğini desteklemektedir.
9. Bel ağrılı grupta diyafragmatik solunum yapanların torasik solunum yapanlara göre sağ TrA ve sağ lumbal MF kaslarının kalınlık değişimlerini anlamlı derecede daha yüksek bulduk. Bunu diyafragmanın inspirasyonla beraber stabilizasyondan sorumlu diğer kaslarda ko-aktivasyon oluşturmasına bağlamaktayız. Torasik solunumla beraber diyafragma yeteri kadar aktive olmadığından arzu edilen lumbal stabilizasyon sağlanamayabilir.
10. Bel ağrılı grupta torasik solunum yapanların ağrı şiddeti, diyafragmatik solunum yapanlara göre anlamlı derecede yüksek idi. Bu sonucu da diyafragmanın yeteri kadar aktive edilmemesinden dolayı oluşan lumbal instabiliteye bağlamaktayız.
11. Bel ağrılı bireylerde solunum paterni göz ardı edilen önemli faktörlerden biridir. Solunum paterninin değerlendirilmesinin ve diyafragma fonksiyonu ile derin karın kaslarının kontrolünü entegre etmeye odaklanan bir müdahale programının tedavide etkili sonuçlar ortaya çıkaracağını düşünüyoruz.

7. KAYNAKLAR

1. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Hermans G, Troosters T, Gayan-Ramirez G. Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2013;188(2):119-23.
2. Hodges PW, Eriksson AM, Shirley D, Gandevia SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of biomechanics*. 2005;38(9):1873-80.
3. Beales DJ, O'Sullivan PB, Briffa NK. Motor control patterns during an active straight leg raise in pain-free subjects. *Spine*. 2009;34(1):E1-E8.
4. Shirley D, Hodges P, Eriksson A, Gandevia S. Spinal stiffness changes throughout the respiratory cycle. *Journal of applied Physiology*. 2003.
5. Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, Claeys K, Goossens N, Lysens R, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Medicine & science in sports & exercise*. 2015;47(1):12-9.
6. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996;21(22):2640-50.
7. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(9):1005-12.
8. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*. 1997;77(2):132-42.
9. Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *The Journal of physiology*. 2001;537(3):999-1008.
10. Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of physiology*. 2000;522(1):165-75.
11. Tesh K, Dunn JS, Evans J. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine*. 1987;12(5):501-8.
12. Cresswell A, Grundström H, Thorstensson A. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1992;144(4):409-18.
13. Hodges PW, Cresswell AG, Daggfeldt K, Thorstensson A. In vivo measurement of the effect of intra-abdominal pressure on the human spine. *Journal of biomechanics*. 2001;34(3):347-53.
14. Vostatek P, Novak D, Rychnovský T, Rychnovská Š. Diaphragm postural function analysis using magnetic resonance imaging. *PloS one*. 2013;8(3):e56724.
15. Kolář P, Šulc J, Kynčl M, Šanda J, Čákr O, Andel R, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(4):352-62.
16. Chou R, Shekelle P. Will this patient develop persistent disabling low back pain? *Jama*. 2010;303(13):1295-302.
17. O'Sullivan PB, Phyty GDM, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*. 1997;22(24):2959-67.
18. Lee H, Hübscher M, Moseley GL, Kamper SJ, Traeger AC, Mansell G, et al. How does pain lead to disability? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. *Pain*. 2015;156(6):988-97.
19. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. 2018;392(10159):1789-858.

20. Buchbinder R, van Tulder M, Öberg B, Costa LM, Woolf A, Schoene M, et al. Low back pain: a call for action. *The Lancet*. 2018;391(10137):2384-8.
21. Hoy D, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Bain C, et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Annals of the rheumatic diseases*. 2014;73(6):968-74.
22. Erdem MN, Erken HY, Aydogan M. The effectiveness of non-surgical treatments, re-discectomy and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in post-discectomy pain syndrome. *Journal of Spine Surgery*. 2018;4(2):414.
23. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *European spine journal*. 2003;12(2):149-65.
24. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2003;13(4):371-9.
25. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*. 1992;5:383-.
26. Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiographics*. 2012;32(2):E51-E70.
27. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Clinically oriented anatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
28. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clinics in chest medicine*. 1988;9(2):175-93.
29. Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Physical therapy*. 1995;75(11):971-82.
30. Hruska Jr RJ. Influences of dysfunctional respiratory mechanics on orofacial pain. *Dental Clinics of North America*. 1997;41(2):211-27.
31. Boyle KL, Olinick J, Lewis C. The value of blowing up a balloon. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2010;5(3):179.
32. Du Plessis M, Ramai D, Shah S, Holland JD, Tubbs RS, Loukas M. The clinical anatomy of the musculotendinous part of the diaphragm. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2015;37(9):1013-20.
33. Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, Story IH, Briggs CA. Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clinical Biomechanics*. 2005;20(3):233-41.
34. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*. 2002;27(4):399-405.
35. Bø K, Mørkved S, Frawley H, Sherburn M. Evidence for benefit of transversus abdominis training alone or in combination with pelvic floor muscle training to treat female urinary incontinence: a systematic review. *Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society*. 2009;28(5):368-73.
36. Hodges P, Cresswell A, Thorstensson A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental brain research*. 1999;124(1):69-79.
37. Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of applied Physiology*. 2000;89(3):967-76.
38. Hodges P, Richardson C. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental brain research*. 1997;114(2):362-70.
39. Drake RL, Gray H, Vogl W, Mitchell AW. *Gray's anatomy for students*: Elsevier Health Sciences TW; 2005.
40. Lewin T. The morphology of the lumbar synovial intervertebral joints. *Acta Morphol Netherland-Scandinav*. 1962;4:299-319.
41. Shindo H. Anatomical study of the lumbar multifidus muscle and its innervation in human adults and fetuses. *Nihon Ika Daigaku Zasshi*. 1995;62(5):439-46.

42. Kömürçü Ö, GM U. Doğuma Bağlı Ortaya Çıkan Pelvik Taban Değişiklikleri. İnkontinans Ve Nöroüroloji Bülteni. 2017;4:25-34.
43. Gilpin S, Gosling J, Smith A, Warrell D. The pathogenesis of genitourinary prolapse and stress incontinence of urine. A histological and histochemical study. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology. 1989;96(1):15-23.
44. Szczygieł E, Blaut J, Zielonka-Pycka K, Tomaszewski K, Golec J, Czechowska D, et al. The impact of deep muscle training on the quality of posture and breathing. Journal of motor behavior. 2018;50(2):219-27.
45. Park H, Han D. The effect of the correlation between the contraction of the pelvic floor muscles and diaphragmatic motion during breathing. Journal of physical therapy science. 2015;27(7):2113-5.
46. Rossetti SR. Functional anatomy of pelvic floor. Archivio Italiano di Urologia e Andrologia. 2016;88(1):28-37.
47. Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. Manual therapy. 2004;9(1):3-12.
48. Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. International Urogynecology Journal. 2002;13(2):125-32.
49. Kim H. Comparative analysis of measured vaginal pressure, abdominal EMG, thickness according to the delivery method during pelvic floor contraction and valsalva maneuver. Daegu University Graduate School of Rehabilitation Sciences. Daegu University Graduate School of Rehabilitation Sciences Master's thesis. 2011.
50. Bharucha A. Pelvic floor: anatomy and function. Neurogastroenterology & Motility. 2006;18(7):507-19.
51. Altinel L, Kose KC, Ergan V, Isik C, Aksoy Y, Ozdemir A, et al. The prevalence of low back pain and risk factors among adult population in Afyon region, Turkey. Acta Orthop Traumatol Turc. 2008;42(5):328-33.
52. Atlas SJ, Deyo RA. Evaluating and managing acute low back pain in the primary care setting. Journal of general internal medicine. 2001;16(2):120-31.
53. Bejia I, Younes M, Jamila HB, Khalfallah T, Salem KB, Touzi M, et al. Prevalence and factors associated to low back pain among hospital staff. Joint bone spine. 2005;72(3):254-9.
54. Heuch I, Foss IS. Acute low back usually resolves quickly but persistent low back pain often persists. Journal of Physiotherapy. 2013;59(2):127-.
55. Urits I, Burshtein A, Sharma M, Testa L, Gold PA, Orhurhu V, et al. Low back pain, a comprehensive review: pathophysiology, diagnosis, and treatment. Current pain and headache reports. 2019;23(3):1-10.
56. Hayashi Y. Classification, diagnosis, and treatment of low back pain. JAPAN MEDICAL ASSOCIATION JOURNAL. 2004;47(5):227-33.
57. Goubert D, Van Oosterwijck J, Meeus M, Danneels L. Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain. Pain physician. 2016;19(7):E985-E99.
58. van der Hulst M, Vollenbroek-Hutten MM, Rietman JS, Hermens HJ. Lumbar and abdominal muscle activity during walking in subjects with chronic low back pain: support of the "guarding" hypothesis? Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010;20(1):31-8.
59. Richardson C, Jull G, Hides J, Hodges P. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Churchill Livingstone London; 1999.
60. Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. Journal of bodywork and movement therapies. 2018;22(3):627-31.
61. Smith MD, Russell A, Hodges PW. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. Australian Journal of Physiotherapy. 2006;52(1):11-6.

62. Calvo-Lobo C, Almazán-Polo J, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Palomo-López P, Rodríguez-Sanz D, et al. Ultrasonography comparison of diaphragm thickness and excursion between athletes with and without lumbopelvic pain. *Physical Therapy in Sport*. 2019;37:128-37.
63. Freeman MD, Woodham MA, Woodham AW. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review. *Pm&r*. 2010;2(2):142-6.
64. Barker KL, Shamley DR, Jackson D. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine*. 2004;29(22):E515-E9.
65. Kader D, Wardlaw D, Smith F. Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clinical radiology*. 2000;55(2):145-9.
66. Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hides JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. *Manual therapy*. 2009;14(5):496-500.
67. de Abreu DL, Rodrigues PTV, Amaral Corrêa L, Lacombe AdC, Andreotti D, Nogueira LAC. The relationship between urinary incontinence, pelvic floor muscle strength and lower abdominal muscle activation among women with low back pain. *European Journal of Physiotherapy*. 2019;21(1):2-7.
68. Dufour S, Vandyken B, Forget M-J, Vandyken C. Association between lumbopelvic pain and pelvic floor dysfunction in women: A cross sectional study. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2018;34:47-53.
69. Algudairi G, Aleisa E, Al-Badr A. Prevalence of neuropathic pain and pelvic floor disorders among females seeking physical therapy for chronic low back pain. *Urology Annals*. 2019;11(1):20.
70. Courtney R. The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine*. 2009;12(3):78-85.
71. Fitting J-W, Grassino A. Diagnosis of diaphragmatic dysfunction. *Clinics in chest medicine*. 1987;8(1):91-103.
72. De Troyer A. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respiration physiology*. 1983;53(3):341-53.
73. Verschakelen JA, Demedts MG. Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1995;151(2):399-405.
74. De Troyer A, Estenne M. Coordination between rib cage muscles and diaphragm during quiet breathing in humans. *Journal of Applied Physiology*. 1984;57(3):899-906.
75. Finucane KE, Panizza JA, Singh B. Efficiency of the normal human diaphragm with hyperinflation. *Journal of applied physiology*. 2005.
76. Zocchi L, Garzaniti N, Newman S, Macklem PT. Effect of hyperinflation and equalization of abdominal pressure on diaphragmatic action. *Journal of Applied Physiology*. 1987;62(4):1655-64.
77. Celli BR. Clinical and physiologic evaluation of respiratory muscle function. *Clinics in chest medicine*. 1989;10(2):199-214.
78. Cassart M, Pettiaux N, Gevenois PA, Paiva M, Estenne M. Effect of chronic hyperinflation on diaphragm length and surface area. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1997;156(2):504-8.
79. Sharp JT, Goldberg NB, Druz WS, Danon J. Relative contributions of rib cage and abdomen to breathing in normal subjects. *Journal of Applied Physiology*. 1975;39(4):608-18.
80. Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *Journal of applied physiology*. 1967;22(3):407-22.
81. Wolfson DA, Strohl KP, Dimarco AF, Altose MD. Effects of an increase in end-expiratory volume on the pattern of thoracoabdominal movement. *Respiration physiology*. 1983;53(3):273-83.
82. Muller N, Bryan A, Zamel N. Tonic inspiratory muscle activity as a cause of hyperinflation in asthma. *Journal of Applied Physiology*. 1981;50(2):279-82.
83. Lewit K. Relation of faulty respiration to posture, with clinical implications. *The Journal of the American Osteopathic Association*. 1980;79(8):525-9.


84. Hodges PW, Gandevia SC, Richardson CA. Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology*. 1997.
85. Hungerford B, Gilleard W, Hodges P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine*. 2003;28(14):1593-600.
86. Gandevia S, Butler J, Hodges P, Taylor J. Balancing acts: respiratory sensations, motor control and human posture. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*. 2002;29(1-2):118-21.
87. Rassler B, Kohl J. Coordination-related changes in the rhythms of breathing and walking in humans. *European journal of applied physiology*. 2000;82(4):280-8.
88. McGill S, Sharratt M, Seguin J. Loads on spinal tissues during simultaneous lifting and ventilatory challenge. *Ergonomics*. 1995;38(9):1772-92.
89. Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual therapy*. 1999;4(2):74-86.
90. Hodges P, Butler J, McKenzie D, Gandevia S. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *The Journal of physiology*. 1997;505(Pt 2):539.
91. GRIMBY G. Respiration in exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1969;1(1):9-14.
92. Perri MA, Halford E. Pain and faulty breathing: a pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2004;8(4):297-306.
93. Loring SH, Mead J. Action of the diaphragm on the rib cage inferred from a force-balance analysis. *Journal of Applied Physiology*. 1982;53(3):756-60.
94. Bye P, Esau SA, Walley KR, Macklem PT, Pardy RL. Ventilatory muscles during exercise in air and oxygen in normal men. *Journal of Applied Physiology*. 1984;56(2):464-71.
95. Wallden M. The diaphragm—more than an inspired design. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017;21(2):342-9.
96. Lando Y, Boiselle PM, Shade D, Furukawa S, Kuzma AM, Travaline JM, et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm length in severe chronic obstructive pulmonary disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1999;159(3):796-805.
97. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2003;168(1):10-48.
98. Campbell E. The role of the scalene and sternomastoid muscles in breathing in normal subjects. An electromyographic study. *Journal of anatomy*. 1955;89(Pt 3):378.
99. Danon J, Druz WS, Goldberg NB, Sharp JT. Function of the isolated paced diaphragm and the cervical accessory muscles in C1 quadriplegics. *American Review of Respiratory Disease*. 1979;119(6):909-19.
100. Moxham J, Wiles C, Newham D, Edwards R. Sternomastoid muscle function and fatigue in man. *Clinical Science (London, England)*. 1980;59(6):463-8.
101. Vleeming A, Albert HB, Östgaard HC, Sturesson B, Stuge B. European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain. *European Spine Journal*. 2008;17(6):794-819.
102. O'Sullivan PB. Lumbar segmental instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual therapy*. 2000;5(1):2-12.
103. Rydeard R, Leger A, Smith D. Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2006;36(7):472-84.
104. Cresswell A, Oddsson L, Thorstensson A. The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Experimental brain research*. 1994;98(2):336-41.
105. Richardson C. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain*: Churchill Livingstone; 2004.
106. O'Sullivan PB, Beales DJ, Beetham JA, Cripps J, Graf F, Lin IB, et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine*. 2002;27(1):E1-E8.

107. Acland R. The Video Atlas of Human Anatomy Tape 3—The Trunk. Williams & Wilkins, Baltimore; 1998.
108. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Muscles: testing and function with posture and pain: Lippincott Williams & Wilkins Baltimore, MD; 2005.
109. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). *Arthritis care & research*. 2011;63(S11):S240-S52.
110. Courtney R, Cohen M, Reece J. Comparison of the Manual Assessment of Respiratory Motion (MARM) and the Hi Lo Breathing Assessment in determining a simulated breathing pattern. *International Journal of Osteopathic Medicine*. 2009;12(3):86-91.
111. Burckhardt CS, Jones KD. Adult measures of pain: the McGill pain questionnaire (MPQ), rheumatoid arthritis pain scale (RAPS), short-form mcgill pain questionnaire (SF-MPQ), verbal descriptive scale (VDS), visual analog scale (VAS), and west haven-yale multidisciplinary pain inventory (WHYMPI). *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*. 2003;49(S5):S96-S104.
112. Yakut E, Düger T, Öksüz Ç, Yörükan S, Üreten K, Turan D, et al. Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine*. 2004;29(5):581-5.
113. Fritz JM, Irrgang JJ. A comparison of a modified Oswestry low back pain disability questionnaire and the Quebec back pain disability scale. *Physical therapy*. 2001;81(2):776-88.
114. Gnat R, Saulicz E, Miądowicz B. Reliability of real-time ultrasound measurement of transversus abdominis thickness in healthy trained subjects. *European Spine Journal*. 2012;21(8):1508-15.
115. Sions JM, Velasco TO, Teyhen DS, Hicks GE. Ultrasound imaging: intraexaminer and interexaminer reliability for multifidus muscle thickness assessment in adults aged 60 to 85 years versus younger adults. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2014;44(6):425-34.
116. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The epidemiology of low back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2010;24(6):769-81.
117. Wu A, March L, Zheng X, Huang J, Wang X, Zhao J, et al. Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of translational medicine*. 2020;8(6).
118. Meucci RD, Fassa AG, Faria NM. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Revista de saude publica*. 2015;49:73.
119. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*. 2012;64(6):2028-37.
120. Freburger JK, Holmes GM, Agans RP, Jackman AM, Darter JD, Wallace AS, et al. The rising prevalence of chronic low back pain. *Archives of internal medicine*. 2009;169(3):251-8.
121. Van Nieuwenhuysse A, Fatkhutdinova L, Verbeke G, Pirenne D, Johannik K, Somville P-R, et al. Risk factors for first-ever low back pain among workers in their first employment. *Occupational medicine*. 2004;54(8):513-9.
122. Ibrahim-Kaçuri D, Murtezani A, Rrecaj S, Martinaj M, Haxhiu B. Low back pain and obesity. *Medical Archives*. 2015;69(2):114.
123. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *American journal of epidemiology*. 2010;171(2):135-54.
124. Tanaka NI, Maeda H, Tomita A, Suwa M, Imoto T, Akima H. Comparison of metabolic risk factors, physical performances, and prevalence of low back pain among categories determined by visceral adipose tissue and trunk skeletal muscle mass in middle-aged men. *Experimental Gerontology*. 2021;155:111554.
125. Courtney R, Van Dixhoorn J, Cohen M. Evaluation of breathing pattern: comparison of a Manual Assessment of Respiratory Motion (MARM) and respiratory induction plethysmography. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2008;33(2):91-100.

126. Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. *European Spine Journal*. 2009;18(7):1066-73.
127. Mohan V, Paungmali A, Sitilerpisan P, Hashim UF, Mazlan MB, Nasuha TN. Respiratory characteristics of individuals with non-specific low back pain: A cross-sectional study. *Nursing & health sciences*. 2018;20(2):224-30.
128. Benoist M. Reviewer's comments concerning "Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study"(J. Nijs et al., ESJO-D-08-00264 R2). *European Spine Journal*. 2009;18(7):1074-5.
129. Finta R, Nagy E, Bender T. The effect of diaphragm training on lumbar stabilizer muscles: a new concept for improving segmental stability in the case of low back pain. *Journal of pain research*. 2018;11:3031.
130. Hides J, Stanton W, Mendis MD, Sexton M. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. *Manual therapy*. 2011;16(6):573-7.
131. Critchley DJ, Coutts FJ. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients: measurement with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy*. 2002;88(6):322-32.
132. Plaza-Manzano G, Fernandez-de-Las-Penas C, Cleland JA, Conde-Lima R, Navarro-Santana MJ, Valera-Calero JA, et al. Lumbar multifidus thickness changes during active leg raising with ultrasound imaging can detect patients with chronic non-specific low back pain. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2022;62:102670.
133. Hofste A, Soer R, Groen GJ, van der Palen J, Geerdink FJ, Oosterveld FG, et al. Functional and morphological lumbar multifidus characteristics in subgroups with low back pain in primary care. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2021;55:102429.
134. Sutherlin MA, Gage M, Mangum LC, Hertel J, Russell S, Saliba SA, et al. Changes in muscle thickness across positions on ultrasound imaging in participants with or without a history of low back pain. *Journal of athletic training*. 2018;53(6):553-9.
135. Hosseinifar M, Akbari M, Behtash H, Amiri M, Sarrafzadeh J. The effects of stabilization and McKenzie exercises on transverse abdominis and multifidus muscle thickness, pain, and disability: a randomized controlled trial in nonspecific chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(12):1541-5.
136. Narouei S, hossein Barati A, Akuzawa H, Talebian S, Ghiasi F, Akbari A, et al. Effects of core stabilization exercises on thickness and activity of trunk and hip muscles in subjects with nonspecific chronic low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2020;24(4):138-46.
137. Kweon M, Hong S, Jang GU, Ko YM, Park JW. The neural control of spinal stability muscles during different respiratory patterns. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(11):1421-4.
138. Arab AM, Sheikhhoseini R, Rasouli O. Altered ultrasonographic activity of abdominal muscles during breathing in males with and without nonspecific chronic low back pain. *Journal of Ultrasound*. 2021;24(4):457-62.
139. Won J-i. Influence of Breathing Patterns on the Thickness of Sternocleidomastoid Muscle and Deep Cervical Flexor Muscles During Craniocervical Flexion Exercise. *Physical Therapy Korea*. 2018;25(2):44-52.
140. Da Cuña-Carrera I, Alonso-Calvete A, Lantarón-Caeiro EM, Soto-González M, editors. *Ultrasonographic Changes of Abdominal Muscles in Subjects with and without Chronic Low Back Pain*. Healthcare; 2022: MDPI.
141. Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S, Sarafraz H. The effect of respiratory phase on abdominal muscle activity during stable and unstable sitting positions in individuals with and without chronic low back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2020;43(3):225-33.

8. EKLER

EK-1 Etik Kurul İzni


T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 6960557-2253
Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 07 ARALIK 2021 SALI
Toplantı No : 2021/20
Proje No : GO 21/528 (Onay Tarihi: 29.06.2021)
Karar No : 2021/20-67

Kurulumuzun 29.06.2021 tarihli toplantısında GO 21/528 kayıt numarası ile onaylanmış olan, Üniversitemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Sevil BİLGİN'in sorumlu araştırmacı olduğu, Doç. Dr. A. Rubi SOYLU, Uzm. Dr. Halil DOĞRUEL, Uzm. Fzt. Esra DÜLGER, Fzt. Merve YILDIZ, Öğr. Gör. Bayram GÖKTAŞ ile birlikte çalışacakları ve Fzt. Osman Şenol YILDIZ'ın yüksek lisans tezi olan, GO 21/528 kayıt numaralı **"Bel Ağrılı Hastalarda Solunum Tipinin Derin Stabilizatör Kas Kalınlıkları Üzerine Etiksinin İncelenmesi"** başlıklı projemiz için vermiş olduğunuz araştırma yeri ve araştırmacı revizyonu dilekçeniz Kurulumuzun 07.12.2021 tarihli toplantısında değerlendirilmiş ve **uygun bulunmuştur**. Ankara Şehir Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği öğretim üyelerinden Doç. Dr. Oktay GÜRCAN ve Uzm. Dr. Mehmet Özgür ÖZATEŞ yardımcı araştırmacı olarak proje ekibine dahil edilmiş ve projenin yardımcı araştırmacılarından Uzm. Dr. Halil DOĞRUEL'in proje ekibinden çıkarılmış ve kayıtlarımıza eklenmiştir. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Başkan)	8. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	(Üye)
2. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Tolga YILDIRIM	(Üye)
3. Prof. Dr. Ayşe Kın İŞLER	(Üye)	10. Doç. Dr. Merve BATUK	(Üye)
4. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN	(Üye)	11. Doç. Dr. Gülten KOÇ	(Üye)
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	IZINLI	
		12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAĞDAR	(Üye)	IZINLI	
		13. Av. Serap MORALIOĞLU	(Üye)
7. Doç. Dr. Betül Çelçebi SALTIK			

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için: _____

EK-2 DEĞERLENDİRME FORMU**Demografik Bilgiler****Kişisel Kod:****Yaş:****Boy:****Kilo:****Vücut Kütle İndeksi (VKİ):****Mevcut Kronik Hastalıklar:****Meslek:****Hikaye:****MR Sonucu:****Sigara Kullanımı:**

GÖRSEL ANALOG SKALA (VAS)

Ağrınızın ne kadar şiddetli olduğunu aşağıdaki çizgi üzerinde işaretleyiniz. ‘0’ hiç ağrı olmadığı anlamına gelirken, ‘10’ sizin için dayanılmaz şiddetteki ağrıyı ifade etmektedir.

0

10

OSWESTRY ÖZÜR İNDEKSİ

Bu test bel(veya bacak) yakınmanızın günlük hayatınızı ne kadar etkilediği hakkında bilgi edinmek için tasarlanmıştır. Lütfen tüm bölümleri cevaplayınız. Her bir bölümde size en uygun yanıtı işaretleyiniz.

1- Ağrı yoğunluğu:

- Şu an ağrım yok
- Şu an çok hafif bir ağrım var
- Şu an orta derecede ağrım var
- Şu an yeterince şiddetli ağrım var
- Şu an çok şiddetli ağrım var
- Şu an hissettiğim ağrı tahmin edilebilecek en şiddetli ağrıdır

2- Kişisel bakım:

- Kişisel bakımımı fazladan ağrıya neden olmadan normal şekilde yapabiliyim
- Kişisel bakımımı normal şekilde yapabiliyim ama bu oldukça ağırlıdır
- Kişisel bakımımı yapmak ağırlıdır ve bu işleri yavaş ve dikkatlice yapıyorum
- Biraz yardıma ihtiyaç duyuyorum ama çoğu kişisel ihtiyacımı halledebiliyorum
- Kişisel bakımım ile ilgili pek çok konuda her gün yardıma ihtiyaç duyuyorum
- Kıyafetlerimi giyemiyorum, zorlukla yıkanabiliyorum ve yataktayım

3- Yük Kaldırma:

- Ağır yükleri fazladan ağrım olmadan kaldırabiliyorum
- Ağır yükleri kaldırırken ağrım bir miktar artıyor
- Ağrı ağır yükleri kaldırmama engel oluyor ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyondaysalar kaldırabiliyorum
- Ağrı ağır yükleri kaldırmama engel oluyor ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyondaysalar hafif veya orta ağırlıktaki nesnelere kaldırabiliyorum
- Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum
- Hiç yk kaldıramıyorum

4- Yürüme:

- Ağrı herhangi bir yürüme mesafesinde beni engellemiyor
- Ağrı 1600 m den daha uzun yürümeme engel oluyor
- Ağrı 800 m den daha uzun yürümeme engel oluyor
- Ağrı 100 m den daha uzun yürümeme engel oluyor
- Sadece baston veya koltuk değneği ile yürüyebiliyorum
- Zamanın çoğunda yataktayım ve tuvalete sürünerek gidebiliyorum

5- Oturma:

- Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- Ağrı bir saatten uzun oturmama engel oluyor
- Ağrı yarım saatten uzun oturmama engel oluyor
- Ağrı 10 dakikadan fazla oturmama engel oluyor
- Ağrı her için oturmama engel oluyor

6- Ayakta durma:

- Fazladan ağrıya yol açmadan istediğim süre ayakta kalabilirim
- İstediğim süre boyunca ayakta kalabilirim ama fazladan ağrım olur
- Ağrı bir saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor
- Ağrı yarım saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor
- Ağrı 10 dakikadan daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor
- Ağrı her an için ayakta durmama engel oluyor

7-Uyuma:

- Uykum ağrı nedeniyle hiç bölünmez
- Uykum nadiren ağrı nedeniyle bölünür
- Ağrı nedeniyle 6 saatten daha az uyurum
- Ağrı nedeniyle 4 saatten daha az uyurum
- Ağrı nedeniyle 2 saatten daha az uyurum
- Ağrılar uyumama tamamen engel oluyor

8- Cinsel Hayat (Eğer Uygulanabiliyorsa):

- Cinsel hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz
- Cinsel hayatım normaldir ve fazladan biraz ağrıya neden olur
- Cinsel hayatım neredeyse normaldir ama oldukça fazla ağrıya neden olur
- Cinsel hayatım ağrı nedeniyle oldukça kısıtlıdır
- Cinsel hayatım ağrı nedeniyle neredeyse yok gibidir
- Ağrılar cinsel hayatıma tamamen engel oluyor

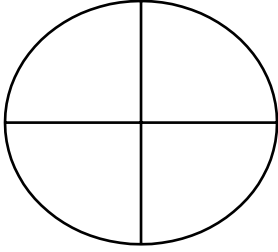
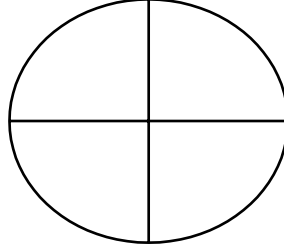
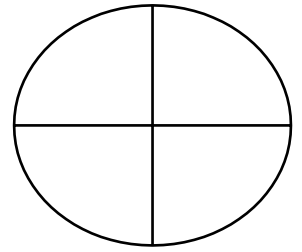
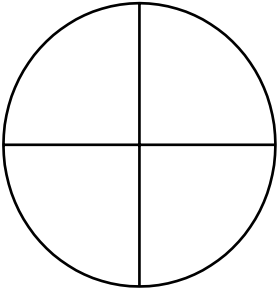
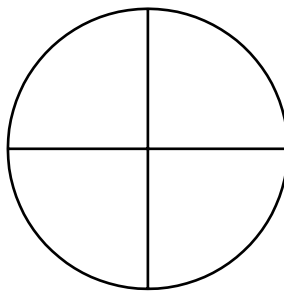
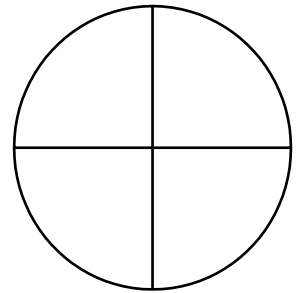
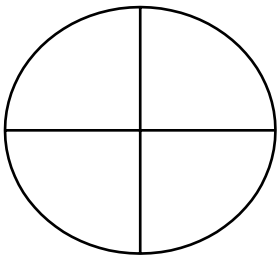
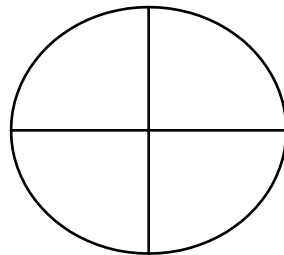
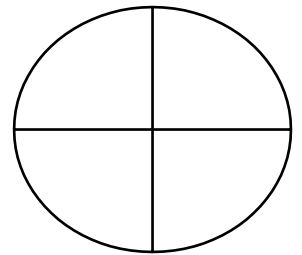
9-Sosyal Hayat:

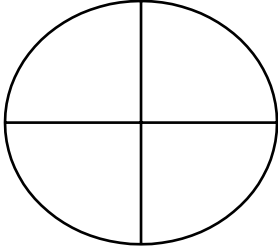
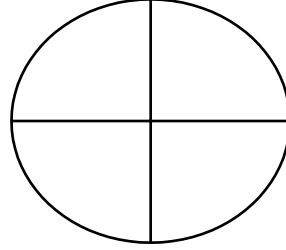
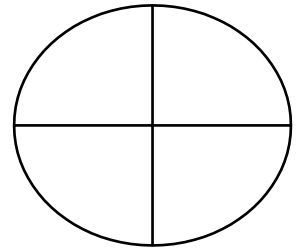
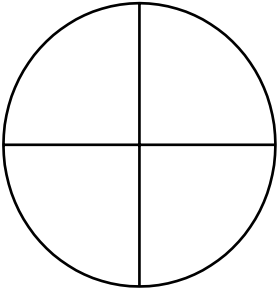
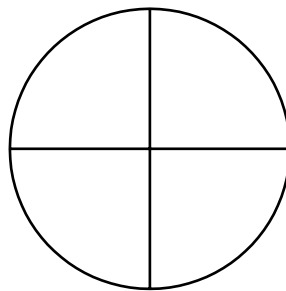
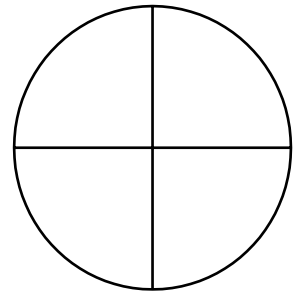
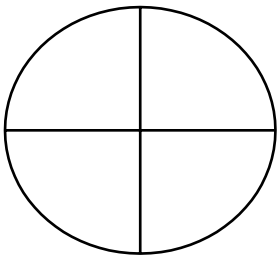
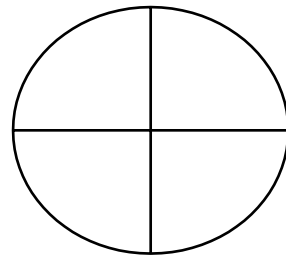
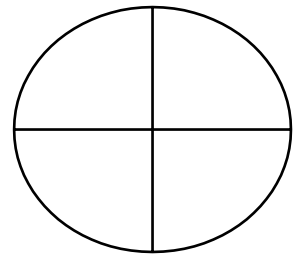
- Sosyal hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz
- Sosyal hayatım normaldir fakat ağrının miktarını arttırıyor
- Ağrı spor gibi daha fazla hareket gerektiren aktivitelerimi kısıtlamak dışında sosyal yaşamımda belirgini bir etki yaratmıyor
- Ağrı sosyal yaşamımı kısıtlıyor, bu nedenle çok sık dışarıya çıkamıyorum
- Ağrı aile içi yaşamımı da kısıtlıyor.
- Ağrı nedeniyle sosyal hayatım kalmadı

10-Seyahat:

- Herhangi bir yere ağrım olmadan seyahat edebilirim
- Herhangi bir yere seyahat edebilirim ama bu bana fazladan ağrı verir
- Ağrım fazla ama 2 saate kadar olan seyahatlerde durumu idare edebilirim
- Ağrım beni bir saatten daha kısa süreli seyahatle kısıtlıyor
- Ağrım beni yarım saatten daha kısa süreli zorunlu seyahatle kısıtlıyor
- Ağrım tedavi dışındaki seyahatlerime engel oluyor

HASTANIN ODI**SKORU(%):.....**

SOLUNUM PATERNİ DEĞERLENDİRME FORMU (1.DEĞERLENDİRMECİ)**NP-NS****NP-TS****NP-AS****GP-NS****GP-TS****GP-AS****DP-NS****DP-TS****DP-AS****NP: Normal Postür****GP: Gevşek Postür****DP: Dik Postür****NS: Normal Solunum****TS: Torasik Solunum****AS: Abdominal Solunum**

SOLUNUM PATERNİ DEĞERLENDİRME FORMU (2.DEĞERLENDİRMECİ)**NP-NS****NP-TS****NP-AS****GP-NS****GP-TS****GP-AS****DP-NS****DP-TS****DP-AS****NP: Normal Postür****GP: Gevşek Postür****DP: Dik Postür****NS: Normal Solunum****TS: Torasik Solunum****AS: Abdominal Solunum**

EK-3 ORJİNALLİK RAPORU

Bel Ağrılı Hastalarda Solunum Tipinin Derin Spinal Stabilizatör Kas Kalınlıkları Üzerine Etkisinin İncelenmesi-Osman Şenol Yıldız

ORJİNALLİK RAPORU

% 9	% 9	% 2	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 4
2	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
3	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<% 1
5	acikerisim.aku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
7	www.iecses.org İnternet Kaynağı	<% 1
8	halksagligiokulu.org İnternet Kaynağı	<% 1

9	ihslc.mehmetakif.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
10	www.scribd.com İnternet Kaynağı	<% 1
11	www.eyuder.org İnternet Kaynağı	<% 1
12	www.ftr.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
13	libratez.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	acikerisim.pau.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	www.sid.ir İnternet Kaynağı	<% 1
16	riss.kr İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.jetr.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
18	www.ofthalmoloji.org İnternet Kaynağı	<% 1
19	www.selcukmedj.org İnternet Kaynağı	<% 1

Alıntıları çıkart Kapat
Bibliyografyayı Çıkart Kapat

Eşleşmeleri çıkar Kapat



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Osman Şenol Yıldız
Ödev başlığı: Yüksek Lisans Tez
Gönderi Başlığı: Bel Ağrılı Hastalarda Solunum Tipinin Derin Spinal Stabilizat...
Dosya adı: TEZ-OSMAN_SON_HAL_TURN_T_N_N.docx
Dosya boyutu: 155.49K
Sayfa sayısı: 42
Kelime sayısı: 10,066
Karakter sayısı: 70,098
Gönderim Tarihi: 25-Şub-2023 01:41ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2022704669



9. ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER

ADI, SOYADI:	Osman Şenol YILDIZ
---------------------	--------------------