



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZYOTERAPİ VE RAHABİLİTASYON DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

MEKANİK VENTİLATÖRE BAĞLI YOĞUN BAKIM  
HASTALARINDA İNspirATUVAR KAS EĞİTİMİNİN  
SOLUNUM KAS GÜCÜ VE DİYAFRAM KALINLIĞI  
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Harun TAŞKIN

Mart 2020  
DENİZLİ

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKANİK VENTİLATÖRE BAĞLI YOĞUN BAKIM HASTALARINDA  
İNSPIRATUVAR KAS EĞİTİMİNİN SOLUNUM KAS GÜCÜ VE  
DİYAFRAM KALINLIĞI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN  
İNCELENMESİ

FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

Harun TAŞKIN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Orçin TELLİ ATALAY

Denizli, 2020



Pamukkale Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uygulama Esasları Yönergesi Madde 24-(2) "Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencileri için: Doktora tez savunma sınavından önce, doktora bilim alanında kendisinin yazar olduğu uluslararası atıf indeksleri kapsamında yer alan bir dergide basılmış ya da basılmak üzere kesin kabulü yapılmış en az bir makalesi olan öğrenciler tez savunma sınavına alınır. Yüksek lisans tezinin yayın haline getirilmiş olması bu kapsamda değerlendirilmez. Bu ek koşulu yerine getirmeyen öğrenciler, tez savunma sınavına alınmazlar" gereğince yapılan yayın/yayınların listesi aşağıdadır (Tam metin/metinleri ekte sunulmuştur):

Ek-1. Telli Atalay O, Özkır A, Başakçı Çalık B, Baskan E, **Taşkın H**. Effects of phase I complex decongestive physiotherapy on physical functions and depression levels in breast cancer related lymph edema. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 865-870.

Ek-2. Basakci Calik B, Gür Kabul E, **Taskın H**, Telli Atalay O, Bas Aslan U, Tascı M, Bıçakçı F, Yıldız Al. The efficiency of inspiratory muscle training in patients with ankylosing spondylitis. *Rheumatology International* 2018; 38(9): 1713-1720.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Harun TAŞKIN

İmza :

## ÖZET

### MEKANİK VENTİLATÖRE BAĞLI YOĞUN BAKIM HASTALARINDA İNSPİRATUVAR KAS EĞİTİMİNİN SOLUNUM KAS GÜCÜ VE DİYAFRAM KALINLIĞI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Harun TAŞKIN  
Doktora Tezi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD  
Tez Yöneticisi: Doç Dr. Orçin TELLİ ATALAY

Mart 2020, 80 Sayfa

**Amaç:** Bu çalışmada yoğun bakımda entübe ya da trakeostomili mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas gücü ve diyafram kalınlığı üzerine etkilerini incelemek amaçlandı.

**Yöntem:** Yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağlı olgular blok randomizasyon yöntemiyle iki gruba ayrıldı. Çalışma grubundaki olgulara (n=12) solunum kontrolü, diyafram solunumu, kostal ekspansiyon egzersizleri, postüral drenaj, etkili öksürme, yatak içi ROM egzersizleri ve mobilizasyondan oluşan konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak günde 2 defa inspiratuvar kas eğitimi uygulandı. Kontrol grubundaki olgulara (n=12) ise konvansiyonel göğüs fizyoterapisi uygulandı. Uygulanan eğitimler entübasyondan en az 48 saat sonra başladı ve olgular taburcu olana kadar ya da eğitimin 21. gününe kadar uygulandı. Tüm olguların eğitim öncesi inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı, hareketliliği, mekanik ventilatör parametreleri, tidal volümleri, dakika ventilasyonları ve fiziksel fonksiyon düzeyleri; ekstübasyon öncesi inspiratuvar kas gücü, mekanik ventilatör parametreleri, tidal volümleri ve dakika ventilasyonları; taburculuk öncesi inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı, hareketliliği ve fiziksel fonksiyon düzeyleri değerlendirildi ve ekstübasyon durumları, süreleri ve taburculuk süreleri kaydedildi.

**Bulgular:** Çalışma grubu olgularında inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı ve hareketliliği, tidal volümler, dakika ventilasyon ve fiziksel fonksiyon düzeyi eğitim öncesine göre anlamlı derecede artmıştır (p<0,05). Kontrol grubu olgularında ise inspiratuvar kas gücü, diyafram hareketliliği, tidal volümler, dakika ventilasyonu ve fiziksel fonksiyon düzeyinde anlamlı değişiklik olmazken (p>0,05), diyafram kalınlığında ise anlamlı azalmalar görülmüştür (p<0,05). Çalışma grubu olgularının yoğun bakımda yatış süreleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha kısa ve ekstübasyon oranı kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p<0,05).

**Sonuç:** Bu çalışmanın sonuçları mekanik ventilatöre bağlı yoğun bakım hastalarında konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak inspiratuvar kas eğitimi uygulamasının inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı, hareketliliği, tidal volümler ve dakika ventilasyonu ve fiziksel fonksiyon düzeyini arttırmada daha etkili olabileceğini, ekstübasyon oranında artış ve yoğun bakımda yatış süresinde azalma sağlayabileceğini gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Yoğun Bakım, Mekanik Ventilatör, İspiratuvar Kas Eğitimi, Diyafram Kalınlığı, Göğüs Fizyoterapisi

**Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı tarafından desteklenmiştir.**

**ABSTRACT****ANALYZING THE EFFECTS OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING ON  
RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH AND DIAPHRAGM THICKNESS IN  
INTENSIVE CARE PATIENTS WITH MECHANICAL VENTILATOR**

Harun TAŞKIN

PhD. Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation  
Supervisor: Assoc. Prof. Orçin TELLİ ATALAY (PT, PhD.)

March 2020, 80 Pages

**Purpose:** The aim of this study was to analyze the effects of the inspiratory muscle training (IMT) on respiratory muscle strength and diaphragm thickness in intensive care patients with mechanical ventilator.

**Methods:** Subjects with mechanical ventilator in intensive care were divided into two groups by block randomization. In the study group (SG), (n=12), IMT was performed 2 times a day in addition to conventional chest physiotherapy (CP) consisting of breathing control, diaphragm breathing, costal expansion exercises, postural drainage, effective coughing, in-bed ROM exercises and mobilisation. Conventional CP was applied to the control group (CG), (n=12). The trainings were applied after 48 hours of intubation and until discharge or until the 21st day of the training. Inspiratory muscle strength (IMS), diaphragm thickness and mobility, physical function levels were assessed before training and discharge; IMS, mechanical ventilator parameters, tidal volumes and minute ventilation were assessed before training and extubation. The number of subjects who were extubated, length of the extubation and length of stay at intensive care were recorded.

**Results:** Inspiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility, tidal volumes and minute ventilation and physical function levels were significantly increased in SG before discharge ( $p<0.05$ ). In the CG, although there were no significant differences in the IMS, diaphragm mobility, tidal volumes and minute ventilation and physical function levels ( $p>0.05$ ), significant decreases in the diaphragm thickness were observed. Length of stay at intensive care was significantly shorter and the extubation rate was significantly higher in the study group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The results of this study shows that addition of IMT to conventional CP in the intensive care patients with mechanical ventilator may be more effective on IMS, diaphragm thickness and mobility, tidal volumes, minute ventilation and physical function level. And it can provide increased extubation rate and shorter length of stay at intensive care.

**Key Words:** Critical Care, Mechanical Ventilator, Inspiratory Muscle Training, Diaphragm Thickness, Chest Physiotherapy

**This study was supported by  
Pamukkale University Faculty Member Training Program.**

## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim hayatım boyunca her türlü konuda desteğini hissettiğim, birlikte çalışmaktan mutluluk ve gurur duyduğum, akademik ve klinik anlamda bana yol gösteren tezin fikir, projelendirme, çalışma ve yazım süreçlerinde bilimsel ve titiz bakış açısıyla bana destek olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Orçin TELLİ ATALAY'a,

Tezin fikrini paylaştığımızda en az bizim kadar heyecanlanan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, tezin aksamadan yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon anabilim dalı başkanı Sayın Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN'e

Tez vakalarının ultrason ölçümleri için müsait olduğu her anda zaman ayırıp desteğini esirgemeyen Radyoloji anabilim dalı öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Furkan UFUK'a

Yoğun bakımda tez vakalarının değerlendirilmesinde elinden gelen yardımı gösteren yoğun bakımda yan dal yapmış olan Sayın Hakan DOĞAN ve Sayın Yeliz BİLİR'e

Tezin istatistiksel olarak yorumlanmasında bilgisi ve desteğini esirgemeyen öğretim görevlisi arkadaşım Sayın Hande ŞENOL'a

Lisansüstü eğitim hayatımda her zaman beni destekleyen Pamukkale Üniversitesi Genel Fizyoterapi anabilim dalı başkanı Sayın Prof. Dr. Nesrin YAĞCI'ya

Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Kardiyopulmoner Rehabilitasyon alanında birlikte çalıştığımız başta Sayın Uzm. Fzt. Ali YALMAN olmak üzere Kardiyopulmoner Rehabilitasyon alanındaki tüm asistan arkadaşlara,

Pamukkale Üniversitesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Anestezi Yoğun Bakım Üniteleri'nde çalışan başta sorumlu hemşireler olmak üzere tüm hemşire arkadaşlarıma ve yoğun bakım personellerine,

Sevgi ve desteklerini hayatım boyunca hissettiğim değerli aileme; doktora tezim boyunca gösterdiği sabır, özveri ve anlayış için yardımlarıyla da yükümü hafifleten kıymetli hayat arkadaşım ve zaman zaman birlikte geçirmem gereken vakitlerini çalmama rağmen beni çok seven canımın içi biricik oğluma,

En içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER



	<b>Sayfa</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç .....	<b>2</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Mekanik Ventilasyon.....	<b>3</b>
2.1.1. Mekanik ventilasyonun amaçları .....	<b>3</b>
2.1.2. Mekanik ventilatör çeşitleri .....	<b>4</b>
2.1.3. Mekanik ventilatörde ayarlanan parametreler.....	<b>5</b>
2.1.4. Temel mekanik ventilasyon modları .....	<b>6</b>
2.1.4.1. Sürekli zorunlu ventilasyon (CMV) .....	<b>6</b>
2.1.4.2. Eş zamanlı aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV) .....	<b>7</b>
2.1.4.3. Basınç destekli ventilasyon (PSV).....	<b>7</b>
2.1.4.4. Sürekli spontan solunum (CSV) .....	<b>7</b>
2.2. Diaframın Solunumdaki Rolü.....	<b>11</b>
2.3. Mekanik Ventilatöre Bağlı Hastalarda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon.....	<b>13</b>
2.3.1. Mobilizasyon.....	<b>14</b>
2.3.1.1. Pozisyonlamalar .....	<b>15</b>
2.3.1.2. Ekstremitte egzersizleri.....	<b>15</b>
2.3.1.3. Sürekli rotasyonel terapi.....	<b>16</b>
2.3.2. Göğüs fizyoterapisi .....	<b>16</b>
2.3.2.1. Solunum egzersizleri.....	<b>17</b>
2.3.2.2. Postüral drenaj.....	<b>17</b>
2.3.2.3. Perküsyon ve vibrasyon .....	<b>18</b>
2.3.2.4. Öksürme .....	<b>18</b>
2.3.2.5. Aspirasyon.....	<b>19</b>
2.3.2.6. Manuel hiperinflasyon .....	<b>19</b>
2.3.2.7. Mekanik cihazlar .....	<b>20</b>
2.3.3. Kas eğitimi .....	<b>20</b>

2.3.3.1. Periferik kas eğitimi.....	20
2.3.3.2. Elektrik stimülasyonu .....	21
2.4. Solunum Kas Eğitimi.....	21
2.4.1. İzokapnik/normokapnik hiperpne.....	22
2.4.2. İspiratuvar direnç akış eğitimi.....	23
2.4.3. İspiratuvar eşik basınç eğitimi .....	23
2.4.4. Ventilatör hassasiyetinin ayarlanması .....	23
2.5. Hipotezler .....	25
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....</b>	<b>25</b>
3.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer .....	26
3.2. Çalışma Süresi .....	26
3.3. Katılımcılar.....	26
1.1. Tedavi.....	28
3.4. Değerlendirme .....	29
3.4.1. Solunum kas gücü değerlendirilmesi.....	29
3.4.2. Mekanik ventilatör parametreleri ve akciğer hacim değerlendirmesi.....	30
3.4.3. Diyafram kalınlığının ve hareketliliğinin değerlendirilmesi.....	31
3.4.4. Fiziksel fonksiyon düzeyinin değerlendirilmesi .....	31
3.5. Tedavi.....	32
3.5.1. Kontrol grubu fizyoterapi programı .....	32
3.5.2. Çalışma grubu fizyoterapi programı .....	33
3.6. İstatistiksel Analiz .....	35
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>36</b>
4.1. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması .....	39
4.1.1. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması .....	39
4.1.2. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması.....	45
4.1.3. Çalışma ve kontrol grubunun verilerinin karşılaştırılması .....	51
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>58</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>65</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>79</b>
<b>9. EKLER.....</b>	<b>53</b>

Ek-1. Telli Atalay O, Özkır A, Başakçı Çalık B, Baskan E, **Taşkın H.** Effects of phase I complex decongestive physiotherapy on physical functions and depression levels in breast cancer related lymph edema. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 865-870.

Ek-2. Basakci Calik B, Gür Kabul E, **Taskın H**, Telli Atalay O, Bas Aslan U, Tascı M, Bıçakçı F, Yıldız AI. The efficiency of inspiratory muscle training in patients with ankylosing spondylitis. *Rheumatology International* 2018; 38(9): 1713-1720.

Ek-3. Etik Kurul Onayı

Ek-4. Değerlendirme Formu

Ek-5. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 3.1</b> Çalışmamızın akış şeması.....	28
<b>Şekil 3.2</b> Solunum Kas Gücü Ölçümü.....	30
<b>Şekil 3.3</b> Mekanik Ventilator Parametreleri Ölçümü.....	30
<b>Şekil 3.4</b> Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliği Ölçümü .....	31
<b>Şekil 3.5</b> Konvansiyonel Göğüs Fizyoterapisi.....	33
<b>Şekil 3.6</b> İspiratuvar Kas Eğitimi .....	34
<b>Şekil 4.1</b> Grupların Cinsiyet Dağılımı.....	37
<b>Şekil 4.2</b> Grupların Tanılarının Dağılımı .....	38
<b>Şekil 4.3</b> Grupların Yoğun Bakıma Yatış Nedenlerinin Dağılımı .....	38
<b>Şekil 4.4</b> Çalışma Grubu Olgularının Ventilator Mod Dağılımı .....	40
<b>Şekil 4.5</b> Kontrol Grubu Olgularının Ventilator Mod Dağılımı .....	45
<b>Şekil 4.6</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Beslenme Türleri.....	57

## TABLOLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1</b> Mekanik ventilasyon alan hastalarda uygulanan fizyoterapi teknikleri (Polat 2007) .....	13
<b>Tablo 2.2</b> İmmobilizasyona Bağlı Problemler (Ayyıldız Çinar 2018).....	14
<b>Tablo 4.1</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Sosyo-demografik Özellikleri ve Sigara Kullanma Durumunun Karşılaştırılması.....	36
<b>Tablo 4.2</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Sigara Kullanma Durumu.....	37
<b>Tablo 4.3</b> Olguların Entübasyon, Ekstübasyon, Taburculuk ve Tedavi Süreleri ve Apache II Skorlarının Karşılaştırılması .....	39
<b>Tablo 4.4</b> Çalışma Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametreleri.....	40
<b>Tablo 4.5</b> Çalışma Grubu Olgularının Tidal Volüm ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması .....	41
<b>Tablo 4.6</b> Çalışma Grubu Olgularının Solunum Kas Gücü Değerlerinin Karşılaştırılması .....	41
<b>Tablo 4.7</b> Çalışma Grubu Olgularının Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliğinin Karşılaştırılması .....	42
<b>Tablo 4.8</b> Çalışma Grubu Olgularının Fiziksel Fonksiyon Düzeyi Skorlarının Karşılaştırılması .....	43
<b>Tablo 4.9</b> Çalışma Grubu Olgularının Tedavi Öncesi, Tedavi Esnası ve Tedavi Sonrası Ortalama Vital Değerlerinin Karşılaştırılması.....	44
<b>Tablo 4.10</b> Çalışma Grubu Olgularının IKE ve Tedavi Katılım Oranları .....	44
<b>Tablo 4.11</b> Kontrol Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametreleri.....	45
<b>Tablo 4.12</b> Kontrol Grubu Olgularının Tidal Volümlerinin ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması .....	46
<b>Tablo 4.13</b> Kontrol Grubu Olgularının Maksimal İspiratuvar Basınç Değerlerinin Karşılaştırılması .....	47
<b>Tablo 4.14</b> Kontrol Grubu Olgularının Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliğinin Karşılaştırılması .....	48
<b>Tablo 4.15</b> Kontrol Grubu Olguların Fiziksel Fonksiyon Düzeyi Skorlarının Karşılaştırılması .....	48
<b>Tablo 4.16</b> Kontrol Grubu Olgularının Tedavi Öncesi, Tedavi Esnası ve Tedavi Sonrası Ortalama Vital Değerlerinin Karşılaştırılması.....	50
<b>Tablo 4.17</b> Kontrol Grubu Olgularının Tedavi Katılım Oranı .....	50

<b>Tablo 4.18</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametrelerinin Karşılaştırılması .....	51
<b>Tablo 4.19</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Tidal Volümlerinin ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması .....	52
<b>Tablo 4.20</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Eğitim Öncesi ve Taburculuk Öncesi Solunum Kas Gücü, Diyafram Kalınlıkları ve Diyafram Hareketlerinin ve PFIT Skorlarının Karşılaştırılması .....	53
<b>Tablo 4.21</b> Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Kullanılan İlaçlarının Karşılaştırılması .....	56

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACV.....	Asist kontrol ventilasyon
AML.....	Akut myeloid lösemi
ARDS.....	Akut Respiratuvar Distres Sendromu
BPAP.....	Çift düzeyli pozitif hava yolu basıncı
cm.....	santimetre
cmH <sub>2</sub> O.....	santimetre su
CMV.....	Sürekli zorunlu ventilasyon
CPAP.....	Sürekli pozitif havayolu basıncı
CSV.....	Sürekli spontan ventilasyon
ÇG.....	Çalışma Grubu
F.....	Solunum Frekansı
FiO <sub>2</sub> .....	İnspire edilen oksijen fraksiyonu
FRC.....	Fonksiyonel rezidüel kapasite
IKE.....	İnspiratuvar kas eğitimi
İ/E.....	İnspiryum/Ekspiryum
KG.....	Kontrol Grubu
kg/m <sup>2</sup> .....	kilogram/metrekare
KOAH.....	Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
l/dk.....	litre/dakika
Maks.....	maksimum
Med.....	Medyan
MIB.....	Maksimal inspiratuvar basınç
Min.....	Minimum
mL/kg.....	mililitre/kilogram
MM.....	multipl myelom
mm.....	milimetre
mmHg.....	milimetre civa
MV.....	Dakika ventilasyonu
NMES.....	Nöromusküler elektrik stimülasyonu
OSAS.....	Obstrüktif uyku apnesi sendromu
PaCO <sub>2</sub> .....	Parsiyel karbondioksit basıncı
PaO <sub>2</sub> .....	Parsiyel oksijen basıncı
PC-CMV.....	Basınç kontrollü sürekli zorunlu ventilasyon
PC-SIMV.....	Basınç kontrollü eş zamanlı zorunlu ventilasyon
PEEP.....	Pozitif ekspirasyon sonu basıncı
PFIT.....	Yoğun bakımda fiziksel fonksiyon testi
Ppik.....	Pik inspirasyon basıncı
Pplato.....	İnspiratuvar plato basıncı
Psup.....	Basınç desteği
PSV.....	Basınç destekli ventilasyon
SaO <sub>2</sub> .....	Oksijen satürasyonu
SIMV.....	Eş zamanlı zorunlu ventilasyon
SPSS.....	Statistical Package for Social Sciences
TV.....	Tidal Volüm
TVeks.....	Ekspiratuvar tidal volüm
TVins.....	İnspiratuvar tidal volüm

VC-CMV.....	Volüm Kontrollü Sürekli Zorunlu Ventilasyon
VC-SIMV.....	Volüm kontrollü eş zamanlı zorunlu ventilasyon
vd.....	ve diğerleri
VIDD.....	Ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğu
VKİ.....	Vücut kitle indeksi
V/Q.....	Ventilasyon/Perfüzyon
X±SS.....	aritmetik ortalama ± standart sapma



## 1. GİRİŞ

Yoğun bakıma yatırılan hastaların çoğu mekanik ventilasyona ihtiyaç duymaktadır. Mekanik ventilasyon yoğun bakımda post-operatif destek ihtiyacı olan ya da kritik hastalığı olan hastalarda spontan solunumu geçici olarak destekler ya da yerine kullanılır (Moodie vd 2011). Ventilatöre bağımlı hastaların yönetim maliyeti yüksektir ve ventilatör kaynaklı akciğer yaralanması gibi komplikasyonları da içeren yüksek morbidite ve mortaliteye neden olur (Vincent vd 1995). Mekanik ventilatör ayrıca diyaframatik disfonksiyona neden olabilir (Vassilakopoulos ve Petrof 2004). Diyafram ve yardımcı inspiratuvar kasların yorgunluğu ya da güçsüzlüğü genellikle mekanik ventilatörden ayrılamama nedeni olarak görülür (Choi vd 2008, Petrof vd 2010). Ayrıca mekanik ventilasyonun diyafram yapı ve fonksiyonunu olumsuz yönde değiştirebildiğini gösteren bazı kanıtlar mevcuttur. Bu değişiklikler miyofibril uzunluğu değişimini ve hızlı atrofiyi içeren ventilatör kaynaklı diyaframatik disfonksiyon olarak bilinir (Petrof vd 2010). Weaning terimi spontan solunumun tekrar kurulmasını sağlamak için hastanın mekanik ventilasyondan ayrılması işlemidir. Hastalar en az 48 saat kendileri nefes alabildiklerinde, başarılı bir şekilde mekanik ventilatörden ayrılmış sayılırlar (Sprague ve Hopkins 2003). Artan iş yükü ve inspiratuvar kas enduransı arasındaki dengesiz durum ventilatör bağımlılığını belirleyen önemli bir faktördür (Purro vd 2000).

İnspiratuvar kas eğitimi diyafram ve yardımcı inspiratuvar kasların gücü ve enduransını artırır. İspiratuvar kas eğitimi birkaç yol ile gerçekleştirilebilir. Ancak threshold cihazı ile eğitim inspiratuvar yüklemenin yönetimini daha çok kontrol etme şansı tanıdığı için avantajlıdır. Çünkü bu cihaz her nefeste sabit ve solunum hızından bağımsız, ölçülebilir belirli bir direnç sağlar (Sprague ve Hopkins 2003, Martin vd 2011).

Mekanik ventilasyona bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitimi yapılan birkaç çalışma mevcuttur. Bunların çoğu trakeostomili uzun dönem mekanik ventilasyona bağlı hastalarda gerçekleştirilmiştir (Martin vd 2002, Sprague ve Hopkins 2003, Cader vd 2010, 2012, Martin vd 2011). Bununla birlikte entübasyon yapılan hastalarda mekanik ventilatör tetik sistemi ayarlanarak da inspiratuvar kas eğitimi yapan çalışmada mevcuttur (Caruso vd 2005).

Diyafram inspiratuvar basıncın birincil kaynağıdır ve diyaframın gücü weaning başarısını belirlenmesi için tasarlanmış birçok çalışmaya konu olmuştur. Klinik olarak diyaframın gücü sıklıkla endotrakeal ya da trakeal tüpte tek yönlü valf yöntemiyle inspiratuvar basıncın ölçülmesiyle değerlendirilmiştir. Bu metod klinik olarak pratik ama düşük özgüllüğe sahip çünkü bu ölçüm istemli aktivite ki zayıf kooperasyonu olan kritik hastalarda maksimal inspiratuvar basıncın düşük görülmesine sebep olabilir. Ayrıca maksimal inspiratuvar basınç ölçümü diyafram için spesifik değil, bütün inspiratuvar kasların oluşturduğu basıncı ölçer (Daniel Martin vd 2013). Yoğun bakımda yatan mekanik ventilatöre bağlı hastaların diyaframını ultrason ile değerlendiren bir çalışma diyafram kalınlığının azalmasının mekanik ventilasyon başlangıcı ve entübasyondan 48 saat sonra görüldüğünü ve atrofinin mekanik ventilasyonla ilişkili olduğunu bulmuştur (Grosu vd 2012).

Yapılan çalışmalarda yoğun bakım hastalarında inspiratuvar kas eğitimi verilmiştir ve maksimal inspiratuvar basınçlar sonuç ölçümü olarak değerlendirilmiştir. Yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağımlı hastalarda yapılan diğer çalışmalarda ise diyafram kalınlığı sonuç ölçümü olarak incelenmiştir. Ancak bu hastalarda inspiratuvar kas eğitimi sonrası maksimal inspiratuvar basınca ek olarak diyafram fonksiyonunu ve kalınlığını inceleyen çalışma yoktur.

### **1.1. Amaç**

Bu çalışmadaki amacımız yoğun bakımda entübe ya da trakeostomili mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas gücü ve diyafram kalınlığı üzerine etkilerini incelemektir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Mekanik Ventilasyon

Solunum yetmezliği gelişmiş olan kişide cihaz yardımıyla solunumun devam ettirilmesine mekanik ventilasyon denir. Hava akımı sağlanma şekillerine göre pozitif veya negatif basınçlı ventilatörler olarak gruplandırılır. Toraks dışında negatif basınç oluşturup intratorasik basıncı düşürerek hava akımının sağlandığı ventilasyon negatif basınçlı, bir endotrakeal tüp ya da yüze sıkı bir şekilde oturtulan bir maske aracılığıyla hava akımını sağlayan ventilasyon pozitif basınçlıdır (MacIntyre ve Branson 2009).

#### 2.1.1. Mekanik ventilasyonun amaçları

##### Fizyolojik amaçları

- Arteriyel oksijenizasyona destek sağlamak ( $PaO_2$ ,  $SaO_2$ ),
- Alveolar ventilasyon sağlamak ( $PaCO_2$ , pH),
- Akciğer volümünü arttırmak,
- Fonksiyonel rezidüel kapasiteyi arttırmak,
- Solunum kaslarının iş yükünü azaltmak.

##### Klinik amaçları

- Oluşan hipoksiyi gidermek ( $SaO_2 > \%90$ ),
- Respiratuvar asidozu düzeltmek,
- Solunum sıkıntısını bitirmek,
- Solunum kas yorgunluğunu bitirmek,
- Atelektazileri ortadan kaldırmak ve oluşmasını önlemek,
- Sedasyona ya da nöromusküler blokaja imkan sağlamak,
- Oksijen tüketimini azaltmak,
- Toraks duvarını stabilize etmek (Tobin 2006).

### Mekanik ventilasyon endikasyonları

#### 1. Genel fizyopatolojik endikasyonlar:

- Solunum arresti
- Akut solunum yetmezliği ( $\text{PaCO}_2 > 50$  mmHg,  $\text{pH} < 7.30$ )
- Olası akut solunum yetmezliği (tedaviye rağmen  $\text{PaCO}_2$  artışı ve  $\text{pH}$  azalışı)
- Ağır hipoksemi ( $\text{PaO}_2 \leq 60$  mmHg /  $\text{SaO}_2 < \%90$ ,  $\text{FiO}_2 \geq \%60$ )
- Şiddetli solunum yetmezliği bulguları (Bilinç kaybı, zorlu solunum, hızlı yüzeysel solunum, paradoksal solunum)

#### 2. Sık rastlanan önemli klinik endikasyonlar:

- Akut solunum yetmezliği (ARDS, pnömoni, sepsis, travma, kalp yetmezliği, cerrahi komplikasyonlar) (%66)
- Koma (%15)
- KOAH alevlenmesi (%13)
- Nöromusküler bozukluklar (%5) (Kacmarek 1998, Esteban vd 2000, Weiss ve Kaplan 2017).

### **2.1.2. Mekanik ventilatör çeşitleri**

#### 1. Pozitif basınçlı ventilatörler:

Akciğerleri, hava yollarına aralıklı pozitif basınç uygulayarak genişletirler. Üç türlü olabilir:

- a. Basınç hedefli: Ayarlanan basınç değerine ulaşınca kadar akciğerler ventile edilir.
- b. Volüm hedefli: Ayarlanan volüme ulaşılana kadar akciğerler ventile edilir.
- c. Zaman hedefli: Ayarlanan inspirasyon zamanına ulaşılınca kadar akciğerler ventile edilir.

#### 2. Negatif basınçlı ventilatörler:

Hastanın göğüs duvarı, inspirasyon sırasında subatmosferik basınca maruz bırakılır.

Pozitif basınçlı ventilatörler kullanılabilirlik ve etkinlik açısından negatif basınçlı ventilatörlerden üstündür.

#### 3. Kullanım alanına özel ventilatörler

- a. Yoğun bakım ünitesi ventilatörleri
- b. Transport için kullanılan ventilatörler
- c. Ev tipi ventilatörler
  - I. Volüm hedefli
  - II. Basınç hedefli

Yoğun bakım ünitesi ventilatörleri; modların kullanılabilirliği,  $\text{FiO}_2$  sınırları,

monitörizasyon ve alarm olanakları ile diğer ventilatörlerden üstündür (Kacmarek 1998, Tobin 2006).

### 2.1.3. Mekanik ventilatörde ayarlanan parametreler

Inspire edilen oksijen fraksiyonu (FiO<sub>2</sub>): Hastanın durumuna göre kabul edilebilir PaO<sub>2</sub> (veya SaO<sub>2</sub>) değerini sağlayacak en düşük O<sub>2</sub> yüzdesi verilmelidir. Hasta ventilatöre FiO<sub>2</sub>=1.0 ile bağlandıysa bile sonrasında FiO<sub>2</sub> <0.6'da tutulmaya çalışılmalıdır. Uzun süre %100 O<sub>2</sub> verilmesi oksijen toksisitesine neden olabilir (Zeytinoğlu ve Öngür 1992, Raof 1998).

Tidal volüm (TV): Çoğu zaman 7-10 mL/kg arasında TV uygulanır ama bu değerlerin üstünde ya da altında olması gereken durumlar da olabilir. Ventilatör nedenli akciğer hasarlarından kaçınmak için düşük tidal volüm ve düşük basınçlar önerilir. Tidal volüm çok düşük olursa atelektazi, hipoksemi, hipoventilasyon; çok yüksek olursa barotravma, respiratuvar asidoz ve kardiyak outputta azalma olabilir (Zeytinoğlu ve Öngür 1992, Hess ve Kacmarek 1996).

Solunum frekansı (F): Hasta klinik olarak stabilise, genellikle 8-14 / dakika ile başlanır. Daha yüksek değerler; restriktif akciğer hastalıklarının tedavisinde, daha düşük rakamlar ise kronik respiratuvar asidozlu ve kontrollü hipoventilasyon stratejisini kullanan hastalarda gerekebilir. Çok yüksek değerler kullanılırsa; respiratuvar alkaloz, oto-PEEP ve barotravma, çok düşük değerler kullanılırsa; hipoventilasyon, hipoksemi ve artan solunum işine bağlı rahatsızlık gelişebilir (Raof 1998, Roussos 1998).

Inspiryum ekspiryum oranı (İ/E oranı): Genellikle İ/E oranı 1:2 olarak ayarlanır. Ekspirasyonun daha uzun olması beklenir. Akım hızı, inspirasyon zamanı, solunum hızı ve dakika ventilasyonun değişmesi İ/E oranını değiştirir. Inspiryum ekspiryum oranı 1'den büyük olursa ter orantılı ventilasyon gerçekleşir ve bu durum oto-PEEP'e ve sonucunda hiperinflasyon ve barotravmaya sebep olabilir (Zeytinoğlu ve Öngür 1992, Hess ve Kacmarek 1996).

Pozitif ekspiryum sonu basıncı (PEEP): Ekspiryum sırasında havayolu basıncının atmosferik basıncın üzerinde tutulmasıdır. Atelektazi, ARDS ve alveolar kollapsa yol açan diğer nedenlerde PEEP kullanılır. Oksijenlenmeyi ve akciğer kompliyansını iyileştirir. Genellikle 5-10 cmH<sub>2</sub>O ile başlanılır. PO<sub>2</sub> > 60 mmHg ve FiO<sub>2</sub> < 0.50 olacak şekilde 2 cmH<sub>2</sub>O basınç artırılır veya azaltılır (Hess ve Kacmarek 1996, Raof 1998).

Pik inspirasyon basıncı (Ppik): Ventilatörle verilen havayla hava yolunda oluşan en yüksek inspirasyon basınç değeridir. Hava yolu direncinden ve kompliyandan etkilenir. Hava yolu direnci artıp kompliyans azaldığında Ppik artar. Barotravma riski nedeniyle dikkat edilmeli ve Ppik 40-45 cmH<sub>2</sub>O üzerine çıkmamalıdır (Raof 1998, Roussos 1998).

İnspiratuvar plato basıncı (Pplato): İnspiratuvar hacmin akciğerlerde tutulmasıyla başlangıçta azalan hava yolu basıncı daha sonra plato basıncı denilen kararlı bir düzeye erişir. Direk göğüs duvarı ve akciğerle ilişkilidir. Pplato < 35 cmH<sub>2</sub>O olması istenir (Zeytinoglu ve Öngür 1992, Roussos 1998).

Tetikleme duyarlılığı: Belirli bir akım ya da basınç seviyesinde hastanın solunum isteğinin gerçekleşmesiyle tetikleme gerçekleşir. Mekanik ventilatörün tetiklemesi hastanın spontan solunumunu tetikleyecek fakat ventilatörün kendini tetiklemesini önleyecek en hassas seviyede olmalıdır. Bu hassas değer çoğu zaman basınç tetikli ventilatörlerde -0.5 ile -1.5 cmH<sub>2</sub>O arasında, akım tetikli ventilatörlerde 1-3 L/dakika arasında ayarlanır (Raof 1998, Roussos 1998).

#### **2.1.4. Temel mekanik ventilasyon modları**

1. Sürekli zorunlu ventilasyon (CMV)
2. Eş zamanlı aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)
3. Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)
4. Sürekli Spontan Ventilasyon (CSV) (CPAP, BPAP, APRV)

##### **2.1.4.1. Sürekli zorunlu ventilasyon (CMV)**

Volüm kontrollü sürekli zorunlu ventilasyon (VC-CMV): Ayarlanan frekansta istenen sabit volüm ventilatör tarafından hastaya verilir. Hacim sabit tutulurken basınç değişkendir. Zorunlu soluklar ister hasta tarafından (Asist kontrol ventilasyon (ACV); hastanın soluklarını ventilatör destekler ve zorunlu soluklardan kabul eder.) ister ventilatör tarafından tetiklensin ayarlanan soluk hacmine ulaştırılır. VC-CMV modun avantajları dakika ventilasyonun garantili olması, hipoventilasyon riskinin çok az olması, hastanın solunum işinin az olması ve böylece dinlenebilmesidir. Dezavantajı ise; her ne kadar hasta solunumu tetiklese ve soluma işine bir ölçüde katılsa da bunun büyük kısmını ventilatör üstlenmiştir. Uzun süre kullanımı solunum kas güçsüzlüğüne ve

atrofiye yol açabilir. Aynı zamanda CMV'de zorunlu solukların dışında hastanın solumasına izin verilmez; hasta ventilatör uyumsuzluğu görülebilir. Genellikle sedatize hastalarda kullanımı uygundur (Raof 1998, Roussos 1998).

***Basınç kontrollü sürekli zorunlu ventilasyon (PC-CMV):*** İnspiryum basınç düzeyi, I/E oranı, F, PEEP ve FiO<sub>2</sub> ayarlanır. Basınç sabit olup hacim değişkendir. Bu modun kontrol değişkeni basınçtır. Her soluk ayarlanan tepe hava yolu basıncına ulaştırılır ve inspiryum süresince bu basınç düzeyi korunur. Yine bu modda da zorunlu soluklar hasta ya da ventilatör tarafından tetiklenebilir. Bu modun en büyük dezavantajı TV ve dakika ventilasyon değerinin sabit olmamasıdır. Solunum kaslarında atrofiye yol açabilir ve hasta ventilatör uyumsuzluğu riski vardır (Raof 1998, Roussos 1998).

#### **2.1.4.2. Eş zamanlı aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)**

Volüm kontrollü (VC-SIMV) veya basınç kontrollü (PC-SIMV) olarak iki farklı şekilde kullanılabilir. Önceden belirlenen zorunlu soluklar belirli hacimde ya da belirli basınçta hastanın solunum eforuyla senkronize, istenen hacimde hastaya verilir. Spontan solunumu zorunlu soluklardan fazla olan hastanın solunumuna izin verilir ancak bu spontan soluklar cihaz tarafından desteklenmez. Sürekli zorunlu ventilasyona göre avantajı, hastanın spontan solunumuna izin verilmesidir. Bu sayede hasta ventilatör uyumu daha iyidir. Spontan solunuma izin vermesinin bir diğer faydası kas atrofisini engellemesidir. Bu nedenle uzun süreli mekanik ventilasyon ihtiyacında uygun moddur. Hastanın solunum eforuna göre zorunlu soluklar ayarlanmalıdır. Hem hastanın spontan solunumu hem de ventilatörün zorunlu solukları az olursa hipoventilasyon, hem hastanın spontan solunumu hem de ventilatörün zorunlu solukları fazla olursa hiperventilasyonla sonuçlanabilir (Botz ve Sladen 1997, Macintyre 2011).

#### **2.1.4.3. Basınç destekli ventilasyon (PSV)**

Spontan soluyabilen hastalarda kullanılır. Soluyabilen hastalar için fizyolojik solunuma daha yakın bir moddur. Bu mod için inspiryum basıncı, PEEP ve FiO<sub>2</sub> ayarlanır. En önemli özelliği hastanın her soluma çabası pozitif basınçla desteklenir. Herhangi bir apne durumu hayati tehlikeye sebep olabilir. Bu risk için apne ventilasyon desteği eklenmiş ventilatörler mevcuttur. Hasta solumayınca apne ventilasyon modu devreye girip hastaya zorunlu soluk verir (Raof 1998, Roussos 1998).

#### **2.1.4.4. Sürekli spontan solunum (CSV)**

Sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP): Spontan solunum modu olup hastanın mutlaka yeterli solunum çabası olmalıdır. Ayarlanan sabit bir hava yolu basıncı tüm spontan solunum döngüsü boyunca korunur. Amaç, hava yolu basıncının atmosfer basıncından yüksek olmasını sağlayarak alveollerin sönmesinin engellenmesi ve fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRC) artırarak gaz değişiminde iyileşme sağlamaktır. CPAP non invaziv ventilasyon ile de uygulanabilir. Akciğer ödemi, KOAH, uyku apne sendromu gibi durumlarda son yıllarda daha sık kullanılmaktadır. Weaning geçiş modu olarak da kullanılmaktadır (Botz ve Sladen 1997, Macintyre 2011).

Çift düzeyli pozitif hava yolu basıncı (BIPAP): İki farklı düzeyde pozitif hava yolu basıncının ayarlandığı (üst PEEP, alt PEEP) moddur. Hasta her iki basınç düzeyinde de spontan solunum yapar. Bu iki basınç düzeyi ile birlikte hangi düzeyin ne kadar süre uygulanacağı da ayarlanabilir. Non invaziv ventilasyonda sıklıkla kullanılan bir moddur (Raouf 1998, Roussos 1998).

CPAP ve PEEP'in pulmoner etkileri:

- FRC artar,
- TV artar,
- Kompliyans artar,
- V/Q oranı düzelir,
- Şant oranı azalır,
- Oksijenizasyon düzelir.

Aşırı CPAP ve PEEP dezavantajları:

- Alveoller çok fazla şişebilir,
- Bronşlar aşırı genişleyebilir,
- Kompliyans düşer,
- Solunum işi artar,
- Kapillerler üzerindeki aşırı basınç mikrosirkülasyonu bozar ve sağ ventrikül etkilenir,
- 20 cmH<sub>2</sub>O'un üzerindeki basınç değerlerinde barotravma riski çok artar (Gannier vd 2003, Macintyre 2011).

Pozitif basınçlı ventilasyonun komplikasyonları

- Barotravma
- Oksijen toksisitesi



- Ventilatör ilişkili pnömoni
- Pulmoner emboli
- Kardiyovasküler komplikasyonlar (Venöz dönüşün engellenmesiyle pulmoner vasküler direnç artar, PEEP'in eklenmesiyle de sağ ventrikül boşalması engellenerek intraventriküler septum hareketi sınırlanır ve sol ventrikül kompliyansı düşer. Sonuç olarak kardiyak output ve arteriyel basınç düşer.)
- Sedasyon ve paralizilerin yan etkileri
- Gastrointestinal sistem komplikasyonları
- Diğer komplikasyonlar (renal disfonksiyon, ajitasyon, deliryum gibi) (Gilstrap ve Davies 2016).

Mekanik ventilasyon solunum yetmezliğinin tedavisinde sıklıkla gerekli olmakla birlikte, solunum fonksiyon bozukluğuna ve inspiratuvar kas güçsüzlüğüne neden olabilir. Mekanik ventilasyondan başarılı bir şekilde ayrılan hastalar bile ekstübasyonu takiben inspiratuvar kas direncinde bozulmalar ve yorgunluklar yaşayabilir. İnspiratuvar kas güçsüzlüğü, weaning aşamasında zorluk yaşamayla ilişkilendirilmiş ve güçsüzlüğün derecesi ventilasyon süresi ile ilişkilidir (Chang vd 2005, De Jonghe vd 2007, Tobin vd 2010).

Mekanik ventilasyon hayat kurtarıcı bir uygulama olmasına rağmen, uzamış mekanik ventilasyon ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozuklukluğu (VIDD) olarak adlandırılan diyafragmatik atrofi ve kasılma fonksiyon bozukluğu ile sonuçlanır. Ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğundan sorumlu mekanizmalar tartışılmaya devam etmekle birlikte, artan kanıtlar ventilatöre bağlı oksidatif stresin ve diyaframdaki proteaz aktivasyonunun büyük katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (McClung vd 2007, Hussain vd 2010, Powers vd 2011). Kontrollü mekanik ventilasyonun neden olduğu diyafram atrofisi ve diyafram kas gücünün hızlı kaybı, hem protein sentezini hem de protein yıkımını tetikleyen oksidatif stresle ilişkilendirilmiştir (Hussain vd 2010). Diyafragmatik miyofibriler lipitlere ve proteinelere oksidatif hasar, mekanik ventilasyon kaynaklı diyafram güçsüzlüğünün bir işaretidir (Zergeroglu vd 2003).

Mekanik ventilasyonun diyafram fonksiyonu üzerine etkilerini inceleyen hayvan çalışmalarında ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğuna yol açan 3 ana hücreyel yol tanımlanmış; ubikitin-proteazom, kaspaz ve kalpain yolları ve lizozoman otofaji (Gayan-Ramirez vd 2003, Supinski ve Callahan 2010, Powers vd 2011). Ancak bu hayvan çalışmaları genç hayvanlar üzerinde gerçekleştirilmiş olup bu hayvanlar mekanik ventilasyon desteğinden önce normal kardiyopulmoner ve nöromusküler fonksiyona sahip ve mekanik ventilatör desteği dönemlerinde komorbiditelerden

korunmuş. Weaning'te başarısız olan hastalar genellikle 60 yaş üstündedir. Bu hastaların mekanik ventilasyondan önce kardiyopulmoner ve fonksiyonel kapasiteleri genellikle azalmış ve sıklıkla weaning için zorluğu arttırabilen kalp hastalığı, obezite, diyabet, sarkopeni, sepsis ve akciğer hastalığı gibi ciddi komorbiditeleri vardır (Criswell vd 2003, Daniel Martin vd 2013). Mekanik ventilasyon üzerinde hayvanları korumanın teknik zorlukları nedeniyle az sayıda çalışma mekanik ventilasyon desteğini 24 saatten fazla uzatırken, insan hastalar sıklıkla haftalar hatta aylar boyunca mekanik ventilasyon desteği almaktadır (Daniel Martin vd 2013). Titizlikle ve sıkı kontrol altında yapılan deneysel hayvan çalışması mekanik ventilasyonun ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğunu hızlı bir şekilde gerçekleştirdiğini belgeleyebilirken, hayvanların ve insan hastaların fonksiyonel ve sağlık durumları arasındaki farklılıklar mekanik ventilasyonun insan diyaframı üzerindeki zararlı etkilerinin göz ardı edilmesine yol açabilir (Martin vd 2013).

Hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda gen ekspresyonu, diyafram kalınlığı ve basınç üretimi, kas lifi kesit alanı gibi bağımlı ölçümleri içeren mekanik ventilasyonun insan diyaframının yapısı ve işlevi üzerindeki etkisini ya da VIDD'nin hücresel ve moleküler mekanizmaları üzerine etkisini incelemiştir. İnsan çalışmaları genellikle hayvan çalışmaları bulgularını desteklemiştir (Levine vd 2008, Hermans vd 2010, Hussain vd 2010, Huang vd 2011, Jaber vd 2011, Grosu vd 2012). Hayvanlarda ve insanlarda VIDD'nin hızlı gelişimi, diyafram gen ekspresyonunda hızlı değişiklikler olduğu anlamına gelmektedir (Martin vd 2013).

Mekanik ventilasyonun insan diyafram kas lifi kesit alanı üzerine olan etkilerini inceleyen ilk çalışma 1988 yılında yayınlanmıştır. Ölmeden önce 12 veya daha fazla gün boyunca ventile edilen bebeklerden numuneleri ölmeden 8 gün önce ventile edilen bebeklerden alınan numunelerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, daha uzun süre ventile edilen bebeklerde diyafram kas lifi kesit alanının azaldığını göstermiştir (Knisely et al. 1988).

Mekanik ventilasyonun insan diyaframı üzerindeki etkilerine olan ilgi 2008'de Levine (2008)'nin derin atrofinin hızlı gelişimini belgeleyen çalışmasıyla yeniden uyarıldı. Bu çalışmada diyafram kas lifi kesit alanı, ameliyat sırasında sadece birkaç saat mekanik ventilasyon desteği gerektiren akciğer tümör rezeksiyonu uygulanan sağlıklı kişilerle, doku örneği almadan önce 39 saat kontrollü mekanik ventilasyon desteği almış beyin ölümü gerçekleşmiş organ bağışlayan olgularla karşılaştırılmıştır. Organ bağışçısı olgularda yavaş ve hızlı kas lifi kesit alanları kontrol olgularına kıyasla yaklaşık %55 daha küçük bulunmuştur (Levine vd 2008). DeRuisseau ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada diyafram kas liflerinin, mekanik ventilasyon destek dönemlerinde ekstremite kaslarından yaklaşık 8 kat daha hızlı atrofiye uğradığını

bildirmişlerdir. Diyafram ve ekstremitelerde kasındaki farklı atrofi oranları için olası bir açıklama görev döngülerinde olabilir. Diyafram normalde yaklaşık %30 görev döngüsüyle sürekli aktivitedeyken kontrollü mekanik ventilasyon diyaframın aktivitesini tamamen keser ve mekanik ventilasyon desteği başladıktan sonra hızlı atrofi gelişir. Ekstremitelerde kası, aralıklı aktivite paterni ve düşük görev (%5) nedeniyle immobilite kaynaklı atrofiye daha dirençli olabilir (Martin vd 2013).

Welvaart ve arkadaşları (2011) mekanik ventilasyon desteği ile yapılan 2 saatlik ameliyatın sonrasında diyaframdaki tek lif kasılma özelliklerini ölçmüş ve diyafram lif kuvveti üretiminde %35 azalma bildirmiştir. Frenik sinirlerin tekrarlanan bilateral manyetik uyarımı ve transdiyafragmatik basınç ölçümleri kullanılarak yapılan bir çalışmada mekanik ventilasyon alan uzun süreli solunum yetmezliği olan 7 hastanın diyafragma kuvveti değişikliklerinin doğal seyrini incelemiştir. Sonuç olarak mekanik ventilasyon desteğinin ilk 5-7 gününde diyafram basıncı oluşturma kapasitesinin hızla azaldığı ve daha sonra basınç kaybı oranının yavaşça azaldığı gösterilmiştir (Hermans vd 2010). Yapılan bir çalışmada mekanik ventilasyonun hızlı diyafram atrofisine neden olduğunu, 1 haftalık mekanik ventilasyon desteğinin yapılan sonografik değerlendirmeyle diyafram kalınlığını günde %6 oranında incelttiğini bularak kanıtlamışlardır (Grosu vd 2012). Klinik açıdan bakıldığında, mekanik ventilasyon desteğinin ilk 7 gününde gözlenen diyafram kuvvetindeki hızlı düşüş önemlidir çünkü yoğun bakımdaki hastaların başlangıçta tıbbi durumları kararlı olmadığı için diyafram kuvvetini koruyabilecek eğitim ve rehabilitasyona katılamazlar (Martin vd 2013).

## 2.2. Diyaframın Solunumdaki Rolü

Diyafram (Yunanca: Dia = arada, phragma = çit) en önemli solunum kası ve abdominal ve torasik boşluklar arasındaki ayırma yapısı olarak görev yapan bir kastır (Anraku ve Shargall 2009). Solunumu desteklemek ve özefagus boşalması, antireflü bariyeri ve kusma dahil olmak üzere gastroözofageal işlevleri desteklemek gibi iki ana fizyolojik işlevi vardır.

Solunum için gerekli olan ve genellikle normal bireylerde solunum fonksiyonundan sorumlu olan toplam fonksiyonun %70'ine ve dinlenme halindeki tidal volümün %40'ına karşılık gelen bir solunum kasıdır (Lessa vd 2016). Diyaframın kostal kısmı inspirasyon için ana kastır ve Tip I, yavaş kasılan, yorgunluğa dayanıklı kas lifleri ve Tip II; hızlı kasılan çabuk yorulan kas liflerinden oluşur. Obstruktif akciğer hastalığındaki kronik değişikliklere uyum sağlamak için Tip II'den Tip I'e lif tipinde bir kayma meydana gelir. Diyafragmatik inaktivite ile uzun süreli ventilasyon uygulanan hastalarda kostal

diyaframın yaygın atrofisi görülür (Pacia ve Aldrich 1998, Anraku ve Shargall 2009).

Diyafragmatik olmayan tüm solunum kaslarının felci genellikle solunum yetmezliğine neden olmazken, bilateral diyafragmatik felç genellikle CO<sub>2</sub> tutulmasına ve solunum yetmezliğine neden olur (Pacia ve Aldrich 1998). Diyaframın inspiratuvar mekanizması, kraniyal-kaudal kas lifi yerleşiminden ve diyafram ile göğüs kafesi arasındaki temas alanı varlığından önemli ölçüde etkilenen üç yolun kombinasyonudur. Birincisi, kas lifleri kısaltıldıkça, merkezi tendonu kaudal bir yönde çeker, böylece göğüs volümlerini piston benzeri bir hareketle genişletir. İspirasyonla aynı zamanda diyaframın kubbesi iner, böylece abdominal organları aşağı iter ve karın içi basıncı artırır. Bu yüksek basınç uygulama bölgesi boyunca iletilir ve alt kostaları dışarı doğru iterek, göğüs kafesinin genişlemesine yol açar. Son olarak kasılmayla abdominal içeriğe zıt etki yapan inen diyafram bir dayanak noktası olarak işlev görür. Net etki alt kostalara kranyal olarak uygulanan kuvvettir, bu kuvvette yukarı ve dışarı doğru hareket etmelerine neden olur (De Troyer ve Estenne 1988, Anraku ve Shargall 2009).

Diyaframın kostal kısmı, solunum eyleminin özellikle inspiratuvar fazı için ana kas sistemidir. Nefes almak, diyaframın yaşam boyu tekrarlayan bir şekilde kasılması gerektiğinden kalbinki gibi endurans işidir. Diyaframın kas lifleri bu iş için çok uygundur; yetişkin insan diyaframındaki liflerin %55 kadarı yorgunluğa karşı son derece dirençli yavaş kasılan Tip I lifleridir (Rochester 1985). Kalan kas lifleri yorgunluğa duyarlı hızlı kasılan Tip II liflerdir. Tip II liflerin %21'i IIa hızlı oksidatif lifler ve %24'ü IIb hızlı glikolitik liflerdir (Lieberman vd 1973). Normal solunumda, Tip I kas lifleri esas olarak kullanılır. Hızlı kasılan Tip II kas lifleri solunum hızı arttığında aktif rol oynar çünkü kastaki temel kasılma ünitesi Tip II'de Tip I liflerinden daha fazladır (Geiger vd 2000).

Diyaframın şekli, bir kubbe ile örtülü eliptik bir silindirdir. Bu eşsiz şekil, akciğerleri şişirmek için göğüs boşluğunun boyutlarını artırma yeteneği sağlar (De Troyer ve Estenne 1988). Dinlenme pozisyonunda, diyafram abdomenin sağ ve sol tarafına doğru konkav bir kubbe oluşturur. Diyafragmatik kas inspirasyon sırasında aktiftir ve kasılmasıyla diyafram aşağı doğru iner ve abdomen duvarının dışı doğru hareketine neden olur (Pacia ve Aldrich 1998). Her iki taraftaki diyafram kubbesi derin inspirasyon sırasında neredeyse orijinal konumuna paralel olarak aşağı doğru hareket eder. Bu artmış diyafram gerginliği, merkezi tendona doğru kaudal olarak yönlendirilmiş bir kuvvet ile 7 ile 12, kostalara (kostal kısmı) ve vertebral kolona (krural kısmı) karşı sefalik olarak yönlendirilmiş bir kuvvet oluşturur. Kaudal ve sefalik olarak yönlendirilmiş kuvvetler göğüs duvarının karaniyokaudal boyutlarını artırır ve böylece inspirasyona yardımcı olur. Bu eylemlerin etkinliği fizyolojik (artan akciğer hacimleri ile hiperinflasyon) ve patolojik (amfizematöz akciğerler) koşullar ile azalır (Pourriat vd 1986, Brochard vd 1989, Poole vd 1997).

Diyaframın kostal kısmı esas olarak solunumu desteklerken, krural kısmı gastrointestinal fonksiyonda önemli bir role sahiptir. Diyafram hapşırma, öksürme, gülme, ağlama ve idrar veya dışkının atılması gibi herhangi bir çıkarıcı eyleme ek güçler verir. Ayrıca torasik ve abdominal organlara anatomik stabilite sağlar (Anraku ve Shargall 2009).

Diyaframın yorgunluğa karşı dirençli olduğu bilinmesine rağmen, diyafram yorgunluğu (kasılma kaybı ve diyafram kasılma süresinin azalması ile tanımlanır) meydana gelebilir ve başarısız weaning ile ilişkilidir (Levine et al. 2008).

### 2.3. Mekanik Ventilatöre Bağlı Hastalarda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

Mekanik ventilasyon hastalarına uygulanan herhangi bir fizyoterapi programının genel amacı, hastanın ventilatöre bağımlılığını azaltmak, rezidüel fonksiyonu geliştirmek, tekrar hastaneye yatış ihtiyacını önlemek ve hastanın yaşam kalitesini iyileştirmek için gelişmiş, uygun maliyetli terapötik yöntemler uygulamaktır. Başka bir deyişle, fizik tedavi ve rehabilitasyonun amacı hastanın genel fonksiyonel kapasitesini arttırmak ve solunum ve fiziksel bağımsızlığını eski haline getirerek yatak istirahati ile ilişkili komplikasyon riskini azaltmaktır (Stiller 2000). Fizyoterapi erken başladığında weaning gecikmesini, sınırlı mobilitayı ve tamamen ventilatöre bağımlılığı önlemeye yardımcı olur (Topp vd 2002). Bu nedenle, weaning işlemi ve fizyoterapi, hastanın iyileşmesini hızlandırmak için önemli ve birbirleriyle ilişkili uygulamalardır (Clini ve Ambrosino 2005).

Gelişmiş ülkelerin hastanelerinde fizyoterapi, mekanik ventilatöre bağlı ve solunum yoğun bakım ünitelerinde tedavi edilebilen, solunum yetmezliği olan hastaların yönetiminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu alanlarda hastalar genellikle akut dönemin üstesinden gelir ve aktif olarak tedavi edilebilir (Clini ve Ambrosino 2005).

**Tablo 2.1** Mekanik ventilasyon alan hastalarda uygulanan fizyoterapi teknikleri (Polat 2007)

<b>Aktivite</b>	<b>Teknik</b>
<b>Mobilizasyon</b>	Pozisyonlamalar Pasif ve Aktif Ekstremitte Egzersizi Sürekli Rotasyonel Terapi

<b>Göğüs Fizyoterapisi</b>	Solunum Egzersizleri Postüral Drenaj Perküsyon/Vibrasyon Öksürme Aspirasyon Manuel hiperinflasyon Hasta Mobilizasyonu Mekanik Cihazlar
<b>Kas Eğitimi</b>	Periferik kas eğitimi Elektirik stimülasyonu Solunum Kas eğitimi

### 2.3.1. Mobilizasyon

İmmobilizasyona bağlı olarak tüm komplikasyonları iyileştirmekte kullanılan en önemli yöntemdir. İmmobilizasyonun sebep olduğu problemler Tablo 2.2'de gösterilmiştir (Morris vd 2008, Needham vd 2010). Yoğun bakıma yatıştan sonra 2-5 gün içinde mobilizasyona başlanmasına erken mobilizasyon denir (Hodgson vd 2012). Pozisyonlama, pasif-aktif yardımcı-aktif eklem hareketleri, yatak içi oturma, yatak kenarında oturma, sandalyeye transfer, ayakta durma ve yürümeyi içeren bir programdır (Roberts et al. 2014). Mobilizasyonun başlıca amacı oksijenasyonu arttırmak, alveolar ventilasyonu ve V/Q oranını artırarak oksijen taşınmasını optimize etmek, vücut sıvılarının normal dağılımını sağlamak için hastayı tolere edebildiği kadar en dik pozisyonda tutmaktır (Stiller 2000, Clini ve Ambrosino 2005).

Yoğun bakım hastalarında erken mobilizasyonun taburculuk sonrası güçsüzlük ve özür sorunlarında etkili olduğu ve güvenle uygulanabileceği çalışmalarda gösterilmiştir (Bailey vd 2007, Puthuchery ve Hart 2009, Schweickert vd 2009, Needham ve Korupolu 2010, Morris vd 2011). Yapılan bir çalışmada yoğun bakımdaki erken mobilizasyonun hastaların ventilatöre bağlı kaldığı süreyi azalttığı ve taburculuk sonrası normal hayatlarına dönmeyi hızlandırdığı gösterilmiştir (Schweickert vd 2009). Mobilizasyon ile uzun dönemde hastaların fonksiyonel kapasitelerinde artışlar meydana gelir.

Yoğun bakım ünitelerinde mobilizasyon multidisipliner ve güçlü iletişimin olduğu bir ekip gerektirir, fizyoterapistler bu hastaların mobilizasyonunda en iyi profesyonel becerilere sahip kişilerdir (Garzon-Serrano vd 2011, Engel vd 2013).

**Tablo 2.2** İmmobilizasyona Bağlı Problemler (Ayyıldız Çınar 2018)

<b>Sistem</b>	<b>Problemler</b>
<b>Muskuloskeletal Sistem</b>	Kas kuvveti kaybı Kas atrofisi Kontraktürler Fonksiyon kaybı

<b>Solunum Sistemi</b>	Solunum kas zayıflığı Mukosilyer fonksiyon kaybı Atelektazi Pnömoni
<b>Kognitif Sistem</b>	Deliryum Depresyon

### 2.3.1.1. Pozisyonlamalar

Pozisyonlama, vücut pozisyonunun spesifik tedavi tekniği olarak kullanımını tanımlar (Stiller 2000). Pozisyonlama, ventilasyon/perfüzyon oranını, akciğer hacimlerini ve mukosilyer klirensi iyileştirmek, solunum işini ve kalbin iş yükünü azaltmak amacıyla kullanılır (Dean and Dean 1994). Kullanılan spesifik pozisyonlama örnekleri; mekanik ventilatörden ayrılan hastalarda akciğer hacimlerini iyileştirmek ve solunum işini azaltmak için dik oturma pozisyonu, ARDS'li hastalar için V/Q oranını iyileştirmek, ödemi dağıtmak ve fonksiyonel rezidüel kapasiteyi arttırmak için yüzüstü pozisyonlama, tek taraflı akciğer hastalığı olan hastalar için V/Q oranını iyileştirmek için etkilenen akciğer üstte kaldığı yan yatış pozisyonu (Clini ve Ambrosino 2005).

Pozisyonlamanın kullanımı ile ilgili bir diğer önemli konu, gastroözefagial reflü ve pulmoner aspirasyon potansiyeli ve nazokomiyal pnömoni üzerindeki etkisidir (Clini ve Ambrosino 2005). Sırtüstü pozisyon 45 derecelik yarım oturma pozisyonu ile karşılaştırıldığında, sırtüstü pozisyondaki süre mekanik ventilasyon alan hastalarda mide içeriğinin pulmoner aspirasyonu için potansiyel risk faktörü olarak bulunmuştur (Torres vd 1992). Yarım oturma pozisyonu nazogastrik tüp takılmış hastalarda gastroözofagial reflüyü azaltırken esas olarak pulmoner aspirasyonu önleyebilir (Ibanez vd 1992).

### 2.3.1.2. Ekstremitte egzersizleri

Ekstremitte egzersizleri mekanik ventilatöre bağlı hastalar için kullanılabilir ve aktif egzersizleri içerir (Stiller 2000). Hastaya aktif olarak hareket etme veya yatakta dönme, mekanik kaldırma makineleri ile yataktan kalkma, ayakta durma, yataktan sandalyeye transferler ve yürüme gibi yardımlar yapılır. Mobilizasyon için rapor edilen fizyolojik mantık alveolar ventilasyonu ve V/Q oranını arttırarak oksijen taşınmasını optimize edebilmesidir ve vücuttaki normal sıvı dağılımını korumak veya eski haline getirmek ve hareketsizliğin etkilerini azaltmak için yerçekimi uyarısını temsil eder (Dean ve Dean 1994).

Eklem hareket açıklığını korumak, aynı zamanda yumuşak doku uzunluğunu, kas gücünü ve işlevini geliştirmek ve tromboembolizm riskini azaltmak amacıyla mekanik

ventilasyon alan hastalarla ekstremite egzersizleri (pasif, aktif yardımcı veya dirençli) yapılabilir (Koch vd 1996). Pasif ekstremite hareketlerinin mekanik ventilatöre bağlı hastalarda metabolik ve hemodinamik değişkenlerde önemli artışlarla sonuçlandığı ve oksijen tüketiminde yaklaşık %15 artış olduğu gösterilmiştir (Norrenberg vd 1995).

### **2.3.1.3. Sürekli rotasyonel terapi**

Sürekli rotasyonel terapi, bir hastayı uzunlamasına eksen boyunca her bir tarafa 60 derecelik bir açıya kadar önceden ayarlanmış dönme derecesi ve hızı ile sürekli ve yavaşça döndüren özel yatakların kullanımını ifade eder (Traver vd 1995). Sürekli rotasyonel terapi kullanımının mantığı, bağımlı hava yolunun kapanmasını ve ateletaziyi, sekresyon birikmesini ve tıkanmasını ve uzun süreli immobiliteye bağlı gelişebilecek enfeksiyonları önleyecektir (Raouf vd 1999).

### **2.3.2. Göğüs fizyoterapisi**

Göğüs fizyoterapisi mekanik ventilatöre bağlı hastalara en sık yapılan uygulamalardan biridir. Mekanik ventilatöre bağlı bir hastanın fizyoterapi tedavisinden faydalanabileceği birçok fizyolojik neden vardır. Bu nedenler arasında, mukosilyer disfonksiyon, mekanik ventilasyona bağlı değişen akciğer hacimleri, artmış pulmoner şant, nöromusküler zayıflığın solunum akışlar üzerindeki etkileri, artan nazokomiyal pnömoni riski bulunur. Şimdiye kadar, göğüs fizyoterapisi ventilatörden başarılı bir weaning gerçekleştirmenin önemli bir kolu olarak kabul edilmiştir (Stiller 2000).

Entübe bir hastada öksürük refleksinin eksikliği veya azalması, bronşiyal sekresyonların tutulması ve pulmoner enfeksiyon riski ile ilişkili olabilir. Bu hastalarda esas olarak hastanın uyumu ve fizyoterapistin uzmanlığına bağlı olarak yeterli bronşiyal drenajı kolaylaştırmak için çeşitli fizyoterapi teknikleri kullanılır (Pryor 1992, Judson ve Sahn 1994). Bronşiyal sekresyonların temizlenmesini arttırmak için cihazların (PEP maskesi, akım ve hacim spirometreleri) kullanımı genellikle hastaların uyum ve kooperasyonuna bağlı olduğu için tedavinin erken dönemlerinde tercih edilmez (Clini ve Ambrosino 2005).

Normal hava yolu temizliği için mukosilyer aktivite ve etkili öksürme gerekir (Mossberg ve Camner 1980, Leith 1985). Viskoz sekresyonlar, kaflı bir trakeal tüpün varlığı, dehidratasyon, hipoksemi, immobilite ve gazların zayıf nemlendirilmesi mukosilyer klirensi engelleyerek sekresyon tutulmasına neden olur (Leith 1968, King 1980). Glottisin veya interkostal ve abdominal kasların innervasyonunu etkileyen nörolojik durumlar ve farmakolojik olarak paralizasyonu hava akışını azaltarak etkisiz



bir öksürüğe neden olabilir (Siebens vd 1964). Mekanik ventilatöre bağlı hastalar bu durumlardan bir ya da birkaçına sahip olabilir. Mekanik ventilatöre bağlı hastalarda kullanılan tedavi teknikleri, uzun yıllar önce Thoren (1954) tarafından savunulanlarla benzerdir. Postüral drenaj, perküsyon, vibrasyon, öksürme, aspirasyon, solunum egzersizleri, hasta mobilizasyonu, zorlu ekspirasyon tekniği ve bazen manuel hiperinflasyon sekresyonları gidermek için kullanılan genel tedavilerdir. Mekanik ventilasyondaki hastaların çoğu yorucu egzersizleri tolere edemez. Bununla birlikte döndürme, aspirasyon, transfer eğitimi ve ambulasyon göğüs fizyoterapisinin ayrılmaz parçalarıdır ve manuel teknikler kullanarak yapılacak olan postüral drenaj ihtiyacını en aza indirebilir (Imle ve Klemic 1989).

### **2.3.2.1. Solunum egzersizleri**

Hasta entübe edildikten sonra uyanık ve koopere hale gelince tidal volümü, göğüs hareketliliğini, inspiratuvar kapasiteyi, öksürük etkinliğini arttırmak ve sekresyonların çıkmasına yardımcı olmak için solunum egzersizlerinden yararlanılabilir. Solunum egzersizleri; solunum kontrolü, diyafragmatik solunum, lateral kostal ve segmental kostal ekspansiyon egzersizlerinden oluşmaktadır (Ciesla 1989,1996).

### **2.3.2.2. Postüral drenaj**

Postüral drenaj vücudu, yerçekiminin sekresyonları akciğer periferinden segmental bronşlara ve üst hava yollarına drenajına yardım edeceği pozisyona yerleştirmeyi ifade eder (Wong vd 1977). Postüral drenaj periferik akciğer klirensini artırır, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi artırır ve sekresyon klirensini hızlandırır (Wong et al. 1977, Bateman vd 1981, Sutton vd 1983). Mekanik ventilasyon ve PEEP ile birlikte postüral drenajın, transpulmoner basıncı arttırdığı, V/Q oranını iyileştirdiği, akciğer/toraks uyumunu arttırdığı ve kollateral hava yolu direncini azalttığı düşünülmektedir (Mackenzie 1989). Postüral drenaj esnasında pozisyonlamalara bağlı olarak oksijen satürasyonunda değişimler görülse de genellikle hasta normal pozisyonuna getirildiğinde birkaç dakika içinde oksijen satürasyonu normal değerine döner. Bu nedenle spontan solunum yapan ve mekanik ventilasyona bağlı hastaların çoğu segmental postüral drenaj için gerekli pozisyon değişikliklerini tolere eder. Nadiren oksijenasyonda azalma, yetersiz gaz akışı ya da düşük akciğer volümüyle metabolik ihtiyaçta artış ve kötüleşen V/Q oranı görülebilir (Clauss vd 1968, Weissman vd 1984). Bu nedenle tedaviden önce veya tedavi sırasında hastanın FiO<sub>2</sub> değerinin artırılması veya ek ventilatör ayarlarının yapılması gerekir (Ciesla 1996).

Postüral drenaj pozisyonu genellikle hasta ventilatör ayarlarındaki değişikliklere olumlu yanıt verdiğiinde devam eder. Postüral drenaj süresi, hastanın pozisyonundaki değişikliklere toleransına ve sekresyon miktarına bağlı olarak 15 ile 60 dakika arasında değişebilir (Ciesla 1996).

Etkili öksürebilen, kooperasyonu iyi olan, spontan solunum yapan hastalar postüral drenaja ihtiyaç duymayabilir (Ciesla 1996).

### **2.3.2.3. Perküsyon ve vibrasyon**

Perküsyon ve vibrasyon, entübe ve mekanik olarak ventile edilen ve kognisyonu bozuk veya öksürmesi zayıf olan hastalar için en sık önerilen tekniklerdir (Ciesla et al. 1981, Imle 1989, Hardy vd 1994). Perküsyon ve vibrasyon santral ve periferik havayollarının her ikisinden de mukosilyer klirensi arttırmak için kullanılır (Imle 1989). Perküsyonun kesin etki mekanizması bilinmemektedir, ancak hayvan modellerinde fiziksel uyarımın hava akışını değiştirdiğine ve siliyer taşıma hızını %340'a kadar artırabilen pulmoner kimyasal mediatörlerin salınmasına bağlı olduğuna dair kanıtlar vardır (King vd 1983, Ciesla 1996).

Manuel perküsyon ve vibrasyonun postüral drenaj ile gerçekleştirildiğinde, merkezi ve periferik hava yollarından sekresyonların drenajını hızlandırarak tedavi süresini azaltabileceği düşünülmektedir (Petty 1974, Peruzzi ve Shapiro 1996). Bu özellikle yoğun bakımda hemodinamik instabilite dönemleri olan ve çoklu tanı ve tedavi prosedürleri gerektiren hastalar için önemlidir.

Perküsyon solunumun hem inspiratuvar hem de ekspiratuvar fazlarında kullanılır. Terapistin eli kubbe şeklinde olmalı ve bu el tarafından oluşturulan enerji dalgası göğüs duvarında iletilerek sekresyonları bronş duvarından çıkardığı düşünülür (Sutton vd 1982, Moraine vd 1991). Bronkospazm, kronik bronşitli hastalarda perküsyonun en sık tartışılan yan etkisidir (Ciesla 1996). Gallon (1991) göğüs fizyoterapisine zorlu ekspirasyon tekniğinin ya da aktif solunum döngüsünün dahil edilmesiyle bronkospazmın önlenebileceğini belirtmiştir.

Vibrasyon perküsyona göre daha kuvvetli bir tekniktir. Göğüs kafesi solunumun ekspiratuvar fazında titreşimle sarsılır. Vibrasyon hem spontan solunum yapan hem de mekanik ventile edilen hastalarda kullanılır (Ciesla 1996).

### **2.3.2.4. Öksürme**

Öksürme; trakea, ana bronş ve dördüncü kuşak segmental bronşlara kadar olan kısımdan sekresyonların atılımını sağlar (Smaldone ve Messina 1985). Yoğun bakımda spontan solunum yapan birçok hasta; solunum kas güçsüzlüğü, ağrı veya azalmış bilinç

düzeyi nedeniyle etkili bir şekilde öksüremez. Hastanın solunum ve abdominal kasları yeterli nöromusküler fonksiyona sahip olduğu durumda trakea'nın sternal çentiğine bastırmak ya da huffing endikedir. Huffing sırasında glottis açık kalır ve toraks içi basınç öksürmekten daha düşüktür (Fink 2007, Polat 2007).

İnterkostal ve abdominal kasların innervasyon kaybı quadriplejili hastalarda hava akışını azaltır. Ekspirasyon sırasında üst abdomenin desteklenmesi ve kompresyonu etkili prodüktif bir öksürüğü kolaylaştırır. Yaralanmalar ya da hastalıkların abdominal kas güçsüzlüğüne neden olmasıyla etkili öksürük gerçekleştirilemez. Bunu sağlamak için ekshalasyon sırasında abdominal destek ve basınç gereklidir (Siebens vd 1964).

### **2.3.2.5. Aspirasyon**

Trakeal aspirasyon, entübe edilen hasta için göğüs fizyoterapisinin ayrılmaz bir bileşenidir. Trakeal tüpün proksimal kısmına sekresyonları öksürme ya da huffing ile mobilize edemeyen hastalarda aspirasyon gereklidir. Aspirasyon yapılmaması hava yolu oklüzyonuna ve hipoksemiye neden olabilir. Göğüs fizyoterapisi sonrasında ya da esnasında ve hasta pozisyonu değişimi öncesinde ve sonrasında üst hava yolu sekresyonları daha yaygın olduğu için özellikle bu aspirasyon prosedürünü zor tolere eden hastalarda aspirasyon bu uygulamalarla birlikte planlanmalıdır (Stone ve Turner 1989).

Hava yolu aspirasyonu sıklıkla solunum seslerini iyileştirir ve hava yolu basınçlarını düşürebilir. Herhangi bir segmental veya lobar patoloji yoksa aspirasyon yeterli olabilir ve manuel tekniklerle postüral drenaj gerekmebilir. Entübe ve zayıf öksürüğü olan hastalarda genellikle trakeal aspirasyon gerekir (Ciesla 1996).

### **2.3.2.6. Manuel hiperinflasyon**

Manuel hiperinflasyon pulmoner kollapsı önlemek, kollabe olmuş alveolleri tekrar havalandırmak, oksijenizasyonu ve akciğer kompliyansını arttırmak ve pulmoner sekresyonların santral havayoluna hareketini arttırmak amacıyla kullanılan tedavi yöntemidir (Wooddard ve Jones 1998, Hodgson vd 1999). Mekanik ventilatörden hasta ayırılır ve 2-3 litrelik ambu veya re-breathing bag bir ucu oksijen kaynağına bağlanıp diğer ucu tüpe takılır. Manuel havalandırılan hastada artmış tidal volüm sağlanır ve yavaş ve derin inspirasyona karşılık hızlı bir ekspirasyon meydana gelir. Hızlı ekspirasyon fazı öksürmeyi de tetikleyerek sekresyon atılımını kolaylaştırabilir. İnspirasyon basıncı 40 cmH<sub>2</sub>O'dan düşük olmalıdır bu konuda manometreden yararlanılabilir. Bu basınç değerinden yüksek bir basınç verilirse pnömotoraks,

bronkospazm veya bronkoplevral fistül gelişebilir. Genellikle yan yatış pozisyonunda yapılan bu teknikte üst segmentlerdeki sekresyonlar için sırt üstü yatışta yapılabilir (Denehy 1999, Hough 2014).

### **2.3.2.7. Mekanik cihazlar**

Mekanik perküsyon ve vibrasyon cihazları 1960'ların sonunda kistik fibrozisli hastaların tedavisiyle daha bağımsız olmasını sağlamak için ortaya çıkmıştır. Mekanik ventilatördeki yetişkin hastalar için bu cihazların kullanımı personel gereksinimi azaltmaz ve maliyeti artırır. Ayrıca manuel tekniklere göre kanıtlanmış bir faydası olmamasıyla birlikte çapraz kontaminasyon riskini ortaya çıkarır (Ciesla 1996).

### **2.3.3. Kas eğitimi**

Son derece kritik olan hastalarda bile kas eğitiminin amacı, fonksiyonel kapasitelerini arttırmak, yoğun bakım ve yatak istirahati ile ilişkili riskleri azaltmaktır (Topp vd 2002). Ventilatöre bağlı hastada eğitim programları ne kadar erken başlatılırsa, geç dönemde görülebilecek sorunları (kısıtlı hareketlilik veya daha da kötüsü ventilatöre tamamen bağımlı olmak) o kadar etkili sınırlamaktadır (Casaburi 1996).

#### **2.3.3.1. Periferik kas eğitimi**

İmmobilizasyonun neden olduğu fizyolojik değişiklikler iskelet kası, kardiyovasküler ve solunum fonksiyonu, vücut ve kan kompozisyonu ile merkezi sinir sistemi ve endokrin sistemlerini içerir. İmmobilite döneminde kas kütlesi azalır ve bir kasın aerobik egzersiz yapmak için potansiyel etkinliği azalır. İmmobilizasyonun ilk haftasında güç kaybının en yüksek olduğu ve ilk haftadan sonra kas gücünde %40'a kadar azalma olduğu tespit edilmiştir. İskelet kasları iki ana lif türünden oluşur (Bloomfield 1997). Tip I lifler esas olarak aerobik aktivitede yer alırken, Tip II lifler bu aktiviteler için daha düşük bir kapasiteye sahiptir. Dekondisyon Tip II liflerin alt tiplerinin belirgin bir dönüşümüne neden olur: Tip IIa lifler, daha yüksek aerobik kapasiteye sahip olan Tip IIb liflerine dönüşür. Seçici atrofi kasın konumuna ve işlevine bağlıdır. Yer çekimine karşı koyan kaslarda, kavrama gücüyle ilgili kaslara kıyasla yatak istirahatiyle çok hızlı güç kaybettiği görülmektedir (Coyle vd 1985, Bloomfield 1997).

Yoğun bakımlardaki rehabilite edici son noktalardan biri, temel günlük yaşam aktivitelerine ve bağımsız yürüyebilmeye izin veren bir kas gücünün tekrar kazanılması

olarak tanımlanabilir. Hastalar hafif ağırlık kaldırma veya bir dirence karşı itme gibi alt ve üst ekstremiteleri pasif ve aktif olarak eğitmeyi amaçlayan seanslara girebilirler. Daha önce yürüyebilen bir hasta, tekerlekli bir yürüteç veya gerekirse terapist tarafından desteklenen aşamalı yürüme eğitimleriyle yeniden yürümeye başlayabilir. Bir hasta ventilatörden ayrılmadığında yürüyüş sırasında solunum iş yükünü azaltabilmek için taşınabilir bir solunum cihazı kullanılabilir (Clini ve Ambrosino 2005).

### **2.3.3.2. Elektrik stimülasyonu**

Nöromusküler elektrik stimülasyonu kas performansını iyileştirmek için kullanılır. Bu tip stimülasyon, motor sinirlerini kas kasılmasına neden olacak şekilde uyarmayı amaçlayan düşük voltlu bir stimülasyon ile karakterizedir. Elektrik stimülasyonu sağlıklı kasların performansını arttırmak için kullanıldığı gibi bu tekniğin uygulanması hem normal spor yaralanmalarında hem de anormal innerve edilen kasların olduğu birçok patolojik durumlarda artmış kas kütlesi, gücü ve enduransı ile ilişkilidir (Hainaut ve Duchateau 1992, Lake 1992, Glaser 1994, Edwin Langbein vd 2001). Elektrik stimülasyonu denervasyon/immobilizasyon sırasında kas kütlesi kaybını geciktirir ve rehabilitasyon sırasında kas gücünün iyileşmesini optimize eder. Düşük frekanslı elektrik stimülasyonunun kas oksidatif kapasitelerinde bir artışa neden olduğu gösterilmiştir ve hafif bir fiziksel antrenmanı temsil edebileceği belirtilmiştir (Maillefert vd 1998, Gosselin vd 2003).

Gerovasili ve arkadaşlarının (2010) çalışmasında yoğun bakım hastaları kontrol grubu ve tedavi grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır ve tedavi grubuna 7 gün boyunca günde 55 dk NMES uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda NMES uygulanan grubun mekanik ventilatörden daha erken ayrıldığı ve kritik hastalık myopatisinin daha fazla iyileştiği gösterilmiştir.

## **2.4. Solunum Kas Eğitimi**

Mekanik ventilasyon, ventilasyon süresiyle ilişkili olarak önemli derecede solunum kas güçsüzlüğüyle sonuçlanır ve weaning işleminden 7 gün sonra bile bu güçsüzlük fark edilebilecek seviyede olur (Chang vd 2005, Hermans vd 2010). Kanıtlar bu zayıflığın kısmen solunum kaslarında diğer iskelet kaslarına göre hızlı atrofi ve proteolizden kaynaklandığını göstermektedir (Levine vd 2008). Bu kas güçsüzlüğü weaning olayını engelleyebilir ve bu nedenle uzun süreli mekanik ventilasyonun yüksek sağlık bakım

maliyetlerine katkıda bulunabilir (Cox vd 2007, Unroe vd 2010). Bu zayıflamış solunum kaslarını güçlendirme olasılığı yoğun bakım alanında nispeten yeni bir araştırma alanıdır (Bissett vd 2012).

Ana inspiratuvar kas olan diyaframın ve yardımcı inspiratuvar kasların zayıflığı veya yorgunluğu, mekanik ventilatörden ayrılamamanın yaygın bir nedeni olarak kabul edilmektedir (Choi vd 2008, Petrof vd 2010). Yorgunluk, solunum yolu direncindeki artış ve/veya azalmış akciğer uyumu nedeniyle inspiratuvar kaslardaki aşırı yükten kaynaklanabilir. Frenik sinir hasarı, kritik hastalık miyopatisi/polinöropatisi, kortikosteroidler, endokrin veya beslenme faktörleri nedeniyle solunum kas pompasının kapasitesinde bir azalma da görülebilir (Epstein 2009). Mekanik ventilasyonun diyaframın yapısını ve fonksiyonunu olumsuz etkileyebileceğini gösteren kanıtlar artmaktadır. Pozitif basınçlı ventilasyon ve pozitif ekspirasyon sonu basıncın kombinasyonu diyaframı yüksüz bırakabilir bu nedenle hızlı atrofisini açıklayabilen kas lifi uzunluğundaki değişikliklere maruz kalabilir. Ek olarak uzun süreli ventilasyon dönemleri geçiren hastalar, solunum kası dayanıklılığında bir azalma gösterir ve solunum kası yorgunluğu riski altındadır (Chang vd 2005, Petrof vd 2010).

İnspiratuvar kas eğitimi (IKE), inspirasyonda diyafram ve interkostal kaslara direnç uygulayarak güçlendirici bir uyarın sağlar. Direnç en yaygın olarak, bir valf açılmadan önce, önceden ayarlanmış bir inspiratuvar basınca ulaşılmasını sağlayan basit bir yay yüklü cihaz tarafından sağlanır (Gosselink vd 1996). Eğitim etkilerini korumak için gerekli basınç zamanla kademeli olarak arttırılır. IKE, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) ve sporcu olan olgularda iyi çalışılmıştır. Bu popülasyonlarda IKE, artmış inspiratuvar kas gücü ve dayanıklılığı, azalmış dispne ve gelişmiş egzersiz performansı ile sonuçlanır (Gething vd 2004, Geddes vd 2005, Hill vd 2006, Johnson vd 2007, Shoemaker vd 2009, Kilding vd 2010). KOAH hastalarının interkostal kas biyopsisinde IKE sonucunda hem Tip I hem de Tip II kas liflerinde bir artış saptanmıştır (Ramírez-Sarmiento vd 2002).

Ventile edilen hastalarda IKE çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir: izokapnik/normokapnik hiperpne, dirençli akış eğitimi, eşik basınç eğitimi veya inspiratuvar kaslar için bir eğitim yükü sağlamak üzere ventilatörün ayarlanması.

#### **2.4.1. İzokapnik/normokapnik hiperpne**

İlk olarak Belman (1981) tarafından inspiratuvar kas dayanıklılığını arttırmak ve weaning olayını kolaylaştırmak için izokapnik hiperpne kullanarak solunum kas eğitimi bildirilmiştir. Bir solunum kas endurans eğitimi olan bu yöntem, hastanın spontan solunum veya mekanik ventilasyon sırasında, düşük basınçlı yüksek akış yükü

oluşturan sürekli bir dönem boyunca yüksek ventilasyon seviyelerinde gönüllü olarak nefes almasıdır. Bu durum normalde hipokapniye sebep olur, ancak CO<sub>2</sub> ventilatör devresinin inspiratuvar koluna sürüklenerek normal PaCO<sub>2</sub> seviyeleri korunur. Normokapnik hiperpne, CO<sub>2</sub> homeostazını sürdürmek için gerekli ekipmanın karmaşıklığı nedeniyle kliniklerde yaygın olarak kullanılmaz (Koppers vd 2006).

#### **2.4.2. İspiratuvar direnç akış eğitimi**

İlk olarak Abelson ve Brewer (1987) ve Aldrich ve arkadaşları (1989) inspiratuvar kas kuvvetini arttırmak ve mekanik ventilatörden ayrılmayı kolaylaştırmak için inspiratuvar direnç eğitimi kullandıklarını bildirmişlerdir. Bu yöntem, IKE cihazının bir konnektör veya adaptör yoluyla endotrakeal veya trakeostomi tüpüne takılmasını içerir. Bu durum hastanın inspiratuvar kaslara artan bir yük yerleştiren, çapı küçültülmüş bir delikten nefes almasını sağlar. İspiratuvar direncin miktarı, hasta tarafından üretilen akışa bağlıdır ve bu, solunum paterni düzenlenmezse değişken olabilir.

#### **2.4.3. İspiratuvar eşik basınç eğitimi**

Eşik basınç eğitiminde, inspiratuvar akışa izin vermek için yaylı bir valf açılmadan önce belirli bir negatif eşik basıncına ulaşılmalıdır. Basınç, solunum düzenini değiştiren hastalardan etkilenmez. IKE cihazı ventilatör devresine bir adaptör veya konnektör ile entegre edilmiştir. Olgu çalışmaları ventile edilen hastalarda inspiratuvar kas gücünü arttırmak için inspiratuvar basınç eşiği eğitiminin kullanılmasını ve kullanmayı takiben yardımsız solunum periyotlarının süresinde artışlar tanımlamıştır (Martin vd 2002, Sprague ve Hopkins 2003, Bissett ve Leditschke 2007).

#### **2.4.4. Ventilatör hassasiyetinin ayarlanması**

Ventilatör hassasiyetini değiştirmek ve böylece inspiratuvar kaslara bir basınç yükü sağlamak mümkündür. Basınç tetikleme hassasiyetini aşamalı olarak ayarlayarak inspiratuvar yük kademeli olarak artırılabilir. Bu tipik olarak maksimum inspiratuvar basıncının (MIB) belirli bir yüzdesine dayanır (Caruso vd 2005).

Sprague ve ark. IKE'nin hastalara weaning'de aşağıdaki mekanizmalardan herhangi biri ile yardımcı olabileceğini öne sürmüştür:

1. Kas lifi tipi, boyutu ve fizyolojik verimlilik değişiklikleri yoluyla solunum kas pompası işlevini geliştirmek,
2. Daha etkili motor ünite alımını sağlamak için nöral yolların adaptasyonu ile solunum kas pompasının aktivasyonunu iyileştirmek
3. Solunum paternini geliştirmek.

İnspiratuvar kasların güç ve enduransının artırılmasıyla ventilatör bağımlılığı azaltılabilir ve spontan solunumu kolaylaştırabilir. Ventilasyon süresini azaltmak ventilatör ilişkili komplikasyon insidansını azaltmaya yardımcı olabilir ve yoğun bakım ünitesinde ve hastanede kalış süresini azaltabilir (Moodie vd 2011).

Weaning'te başarısız olan hastalarda IKE'yi başarılı bir şekilde kullanan ilk çalışmalardan biri eğitim modu olarak izokapnik hiperpne kullanmıştır. Bu uygulama stabil bir end tidal CO<sub>2</sub> basıncını korumak için gereken karmaşık ekipman nedeniyle klinik kullanım için pratik değildi ancak bu sonuçlar weaning'te başarısız olan hastaların kısa IKE seanslarını tolere edebileceğini belirlemeye yardımcı olmuştur. Diğer araştırmacılar kontrolsüz vaka raporlarıyla birlikte spesifik gönüllü egzersizler için aynı mantığı takip etmişler ve hastaların IKE'yi tolere ettiğini ve daha önce weaning yapılamayan hastanın mekanik ventilatörden kurtulduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmalardan bazıları, eğitim uyarısını sağlamak için endotrakeal veya trakeal tüplerin ucuna yerleştirilen inspiratuvar direnç cihazları kullanılmıştır ve eğitim tipik olarak 10-15 dk. günde iki kez kontrolsüz hava akışları ve solunum frekansları ile gerçekleştirilmiştir (Belman 1981, Aldrich ve Karpel 1985, Aldrich ve Uhrlass 1987, Aldrich vd 1989, Tan vd 1992).

Eşik inspirasyon eğitim cihazlarıyla inspiratuvar kaslara nicel, tekrarlanabilir bir basınç yükü sağlanmıştır. Son yıllarda bazı araştırmacılar weaning'te başarısız olan hastalarını eğitmek için inspiratuvar eşik cihazları kullanmışlar ve en iyi inspiratuvar basınç üretimi ile mekanik ventilatörden ayrılma da dahil olmak üzere iyi sonuçlar bildirmişlerdir. Bu çalışmaların çoğu kontrolsüz vaka raporları olmasına rağmen spesifik IKE'nin uygulanabilir, güvenli ve inspiratuvar kas gücünü arttırabileceğini göstermişlerdir (Martin vd 2002, Sprague ve Hopkins 2003, Chang vd 2005, Bissett vd 2012).

Yapılan kontrollü bir çalışmada, IKE'nin uzun dönem weaning'te başarısız olan hastaların weaning sonucu üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada hastalar ortalama 6,5 hafta mekanik ventilasyon ile desteklenmiş ve normal klinik bakım ile çoklu weaning girişimlerinde başarısız olmuşlardır. Hastalar rastgele normal bakım/sham ve IKE gruplarına ayrılmış ve IKE grubuna yüksek basınç düşük tekrar sayısı bulunan eşik



eğitim cihazlarıyla eğitim verilmiştir (Tolere edilen maksimal basınçta haftada 5 gün, günde 4 defa 6-10 tekrar inspirasyon). Yaklaşık 2 haftalık tedaviden sonra, IKE grubu trakeal tüpten lçlen MIB yaklaşık %35 oranında iyileşmiş ve IKE hastalarının %71'inde weaning başarılmıştır. Normal bakım grubunun MIB değeri %6 artmış ve %47'sinde weaning başarılmıştır (Martin vd 2011).

Yakın bir dönemde 10 randomize çalışmanın sistematik bir derlemesi, inspiratuvar kas eğitiminin yoğun bakım ünitelerinde mekanik ventilatörden ayrılan hastalarda önemli klinik faydaları olduğunu göstermiştir. Bu faydalar; önemli ölçüde daha kısa weaning süresi, azalmış weaning başarısızlığı riski (yani ekstübasyondan sonra mekanik ventilatöre dönüş) ve yoğun bakım ünitesinde ve hastanede kalış süresinin azalmasını içermektedir. Bu sistematik derlemeye dahil edilen tüm çalışmalarda eşik basınç valfi veya ventilatörün inspiratuvar tetiklemesinde hassasiyet ayarlaması kullanılmıştır (Elkins ve Dentice 2015). şu ana kadar bunların ventile edilen hastalarda inspiratuvar kas gücünü (MIB ile ölçüldüğü gibi) geliştirdiği gösterilen tek teknik olduğuna inanılmaktadır (Bonnieve vd 2015).

## 2.5. Hipotezler

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

H<sub>1</sub> hipotezi: Mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitimi solunum kas gücünü ve diyafram kalınlığını konvansiyonel fizyoterapiye göre daha çok geliştirir.

H<sub>2</sub> hipotezi: Mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitimi konvansiyonel fizyoterapiye göre hastaların fiziksel fonksiyon düzeyini daha çok arttırır ve hastaların weaning süresini ve yoğun bakımda yatış süresini kısaltır.

## 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

### 3.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Ünitesi ve Pamukkale Üniversitesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Anestezi Yoğun Bakım Ünitelerinde yapıldı. 23/08/2017 tarihli ve 11 sayılı Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu toplantısında çalışmanın yapılmasında etik açıdan sakınca olmadığı oy birliği ile kabul edildi ve etik kurul onayı alındı (Ek-3).

### 3.2. Çalışma Süresi

Bu çalışma Eylül 2017 ile Aralık 2019 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

### 3.3. Katılımcılar

Pamukkale Üniversitesi Anestezi Yoğun Bakım Ünitesi'ne yatırılan, semptomları ve ilaçları stabil durumda olan, solunum fonksiyonlarını etkileyecek nörolojik hastalığı ya da travmatik bir durumu olmayan olgular dahil edildi. Olgular blok randomizasyon yöntemiyle iki gruba ayrılmış, I. gruba (çalışma grubu, n=12) konvansiyonel göğüs fizyoterapisi ve inspiratuvar kas eğitimi, II gruba (kontrol grubu, n=12) konvansiyonel göğüs fizyoterapisi verilmiştir. Yapılan güç analizi sonucunda çalışmaya en az 24 kişi alındığında (her grup için en az 12 kişi) %95 güvenle %90 güç elde edileceği hesaplanmıştır.

Çalışma ve kontrol grubundaki olgular yoğun bakım ünitesinde kaldıkları süre boyunca veya toplam 21 gün boyunca takip edilmiştir.

#### Olguların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

PAÜ Anestezi Yoğun Bakım Ünitesi tarafından takip edilen:

- ≥18 yaşında,
- Hemodinamik stabilitesi olan,
- Bilinci açık,
- Spontan olarak ventilatörü tetikleyebilen ve en az bir motor komutu yerine getiren,
- Devamlı spontan ventilasyon moduyla ya da basınç ya da hacim kontrollü aralıklı zorunlu ventilasyon ( $\leq 6$  Soluk/dk) moduyla mekanik ventilasyon desteği gereken,

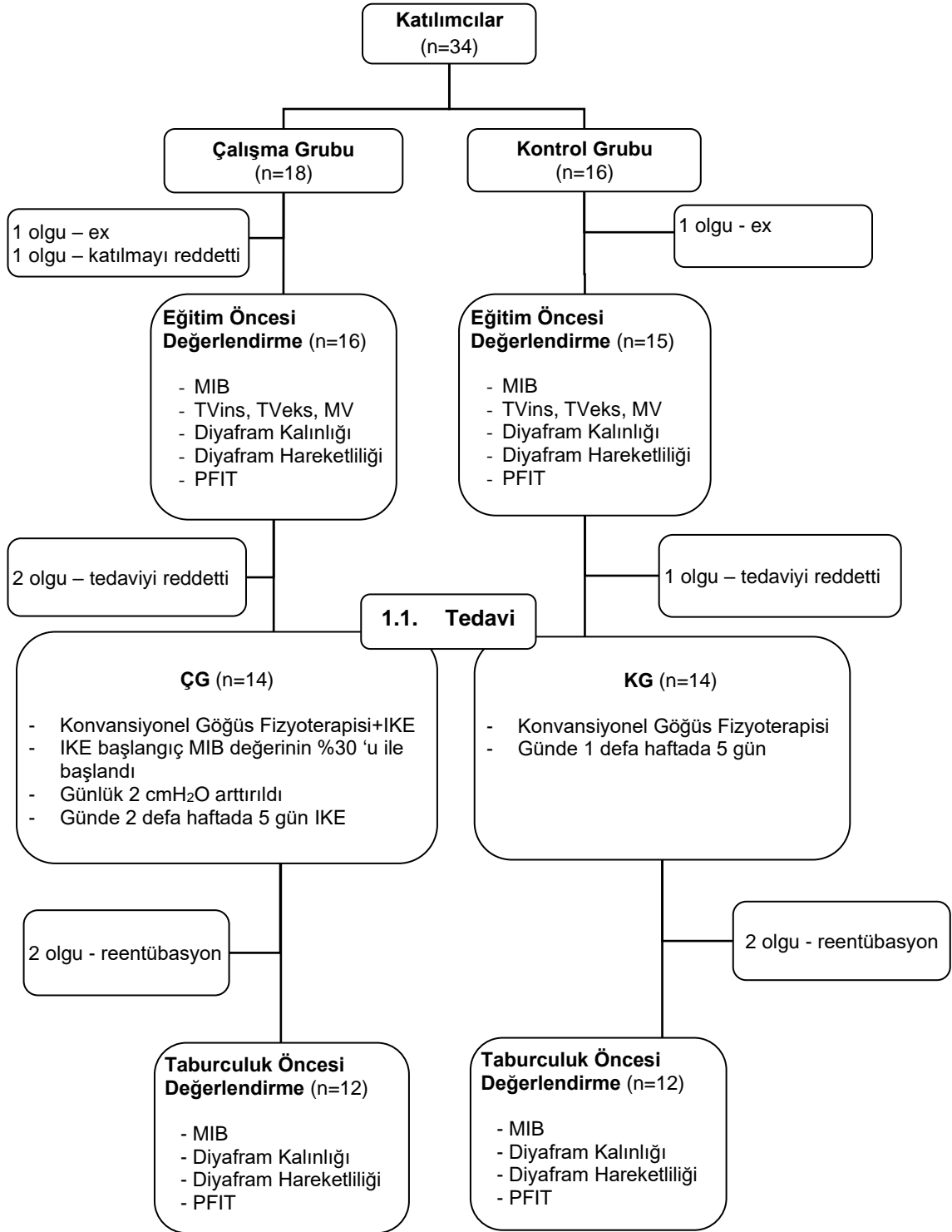
- Gerekli basınç desteği  $\leq 15$  cmH<sub>2</sub>O ve PEEP  $\leq 10$  cmH<sub>2</sub>O olan,
- VKİ  $\leq 40$  kg/m<sup>2</sup> olan,
- Ateşi 36.5 - 38.5 °C arası olan,
- Solunum yetmezliğini destekleyen faktörlerin çözümünü takiben ardışık 72 saat boyunca desteksiz solunum yapamayan,
- FiO<sub>2</sub> 0.5 ya da daha az olan,
- PaO<sub>2</sub> 60 mmHg üstü olup yeterli gaz değişimi yapabilen,
- Yoğun bakım doktorları tarafından uygun görülerek pulmoner fizyoterapi için yönlendirilmiş olgular çalışmaya dahil edilmiştir.

Olguların çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Kooperasyon bozukluğu,
- İlerleyici nöromusküler hastalığı olan,
- Göğüs duvarına herhangi bir travma almış olan,
- Aşırı sekresyonu olan (her saat birden fazla aspirasyon gerektiren),
- Solunumu etkileyecek toraksa dair herhangi bir deformitesi bulunan,
- Devamlı sedatif ya da analjezik ajanlar kullanması gereken,
- Hastane öncesinde ev tipi mekanik ventilatör kullanan olgular çalışma dışı bırakılmıştır.

Olgular için çalışmadan çıkarılma kriterleri:

- Stabilitenin bozulmasına neden olan kardiyak, pulmoner ve diğer durumlar
- Kooperasyon, uyum ve motivasyon bozukluğu
- Yoğun bakım doktorunun sonlandırması
- Olgular istediklerinde çalışmadan ayrılabilirler.



**Şekil 3.1** Çalışmamızın akış şeması

### 3.4. Değerlendirme

Çalışmada her iki grup olgularına eğitim öncesi aşağıdaki değerlendirme yöntemleri uygulanmıştır;

1. Olgunun sosyo-demografik değerlendirmesi
2. Solunum kas gücü değerlendirmesi
3. Mekanik ventilatör parametreleri ve akciğer hacim değerlendirmesi
4. Diyafram kalınlığı ve hareketliliği değerlendirmesi
5. Fiziksel fonksiyon düzeyinin değerlendirilmesi

Solunum kas gücü değerlendirmesi mekanik ventilatöre bağlandıktan en az 48 saat sonra, eğitim öncesi, ekstübasyon öncesi ve taburculuk öncesi veya tedavinin 21. gününde değerlendirilmiştir. Mekanik ventilatör parametreleri ve akciğer hacim değerlendirmesi eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi gerçekleştirilmiştir. Diyaframa dair değerlendirmeler ise eğitim öncesi ve taburculuk öncesi veya 21. günde yapılmıştır. İkincil sonuçlar olarak ekstübasyon süreleri ve yoğun bakımda yatış süreleri kaydedilmiştir ve fiziksel fonksiyon düzeyleri değerlendirilmiştir.

Olguların sosyo-demografik değerlendirmesinde yaş, cinsiyet, boy kilo ve vücut kütle indeksi, tanıları ve yatış nedenleri, sigara öyküsü kaydedilmiştir.

#### 3.4.1. Solunum kas gücü değerlendirilmesi

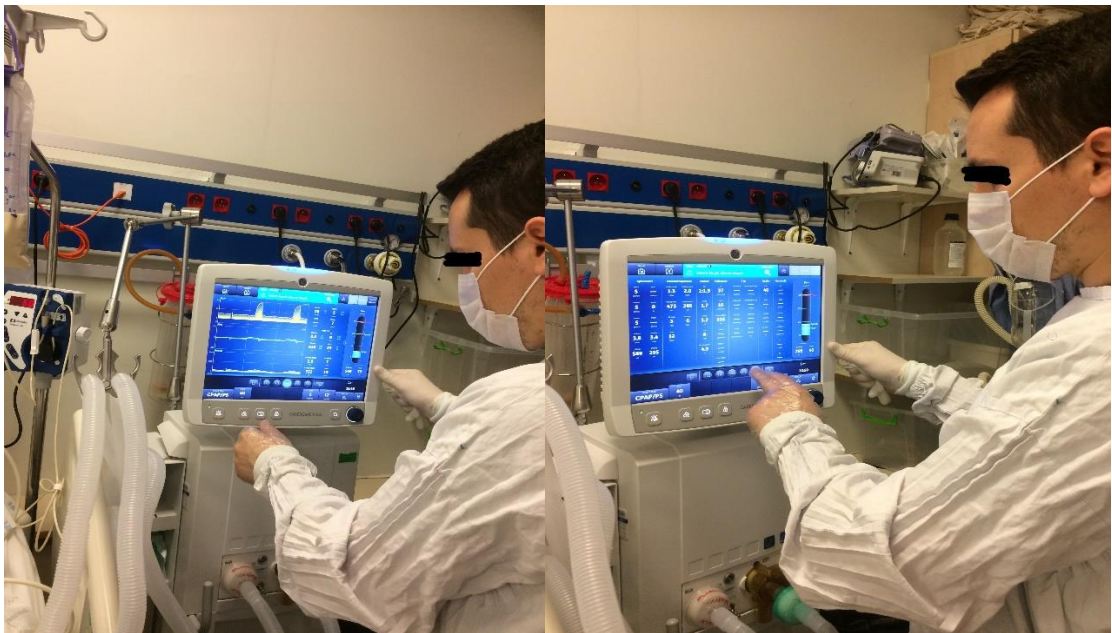
Solunum kas gücü ölçümü için olgular mekanik ventilatöre bağlıyken mekanik ventilatör CPAP moduna alınıp ventilatör devresinin fizyolojik direncini yenmek için PEEP: 5 cmH<sub>2</sub>O, P<sub>sup</sub>: 10 cm H<sub>2</sub>O değerlerine ayarlanıp olgudan maksimum nefes alması istenmiştir ve mekanik ventilatörün ekranında görülen basınç değeri MIB değeri olarak kaydedilmiştir. MIB klinik testlerinde başarılması motivasyon, pratik ve çaba gerektirir. Bu nedenle olgular MIB ölçümlerinde maksimal kuvvet ve koordinasyon için cesaretlendirilmiştir. Manevra en az 3 kez yapılmış ve %5 fark olan ölçümler arasında en iyisi analiz için seçilmiştir. Ölçümler arasında solunum kaslarının kısa süreli yorgunluğundan kaçınmak için 2 dakika dinlenme arası verilmiştir. MIB değeri cmH<sub>2</sub>O olarak kaydedilmiştir (Bissett vd 2019).



**Şekil 3.2** Solunum Kas Gücü Ölçümü

### 3.4.2. Mekanik ventilatör parametreleri ve akciğer hacim değerlendirmesi

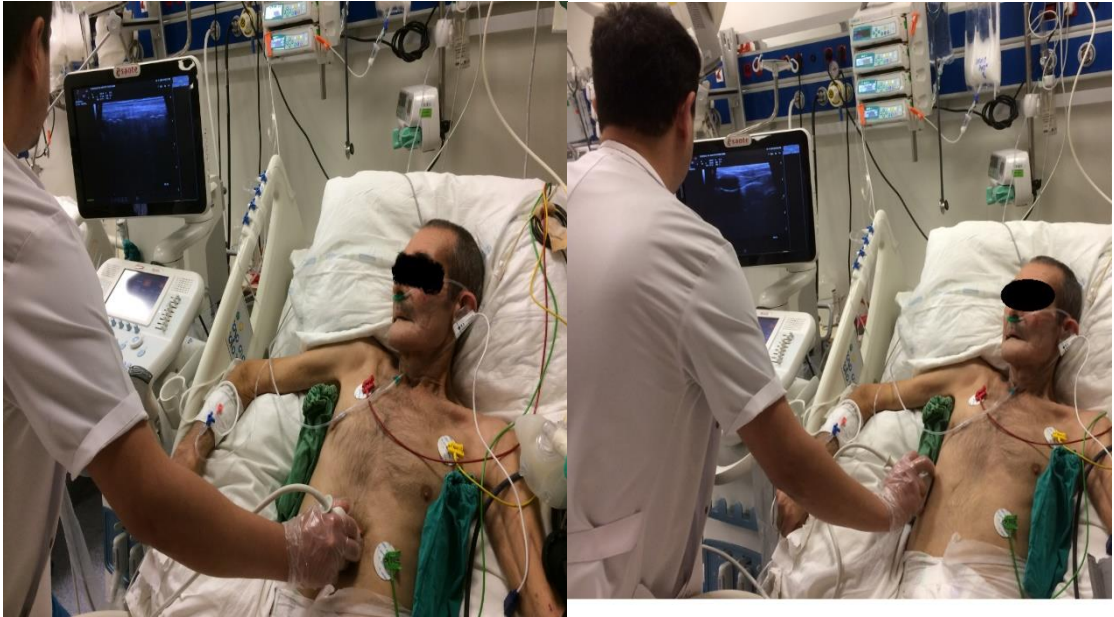
Eğitim öncesinde olguların mekanik ventilatör modu, PEEP, P<sub>sup</sub> değerleri ve FiO<sub>2</sub> değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra mekanik ventilatör CPAP moduna alınıp ventilatör devresinin fizyolojik direncini yenmek için PEEP: 5 cmH<sub>2</sub>O, P<sub>sup</sub>:10 cmH<sub>2</sub>O değerlerine ayarlanıp olgulardan yaklaşık 1 dakika boyunca derin nefes almaları ve derin nefes vermeleri istenmiştir. Derin nefes alıp verirken mekanik ventilatör ekranında görülen en yüksek inspiratuvar tidal volüm, ekspiratuvar tidal volüm ve dakika ventilasyonu kaydedilmiştir (Condessa vd 2013).



**Şekil 3.3** Mekanik Ventilatör Parametreleri Ölçümü

### 3.4.3. Diyafram kalınlığının ve hareketliliğinin değerlendirilmesi

Diyafram kalınlığı ve hareketliliği radyoloji uzmanı tarafından yoğun bakımın rutin işlerini ve hizmetlerini aksatmadan yoğun bakımda bulunan ultrason cihazı ile değerlendirilmiştir. Ultrason ile görüntüleme iki boyutlu B modunda hastalar yatakta 90 derece açı ile dik otururken, mekanik ventilatör CPAP moduna alınıp ventilatör devresinin fizyolojik direncini yenmek için PEEP: 5 cmH<sub>2</sub>O, P<sub>sup</sub>: 10 cmH<sub>2</sub>O değerlerine ayarlanıp yüzeysel prob ile derin inspiyum ve derin ekspiyum sırasında diyafram kalınlığı sağ interkostal alandan midaksillar düzeyden, sağ subkostal alandan anterior aksillar düzeyden ve mid-klavikular düzeyden gerçekleştirildi. M-mod ultrasonografi ile sağ subkostal alandan mid-aksillar düzeyden hastayı mekanik ventilatörden ayırıp normal inspiyumda ve derin inspiyumda diyafram hareketliliği radyoloji uzmanı tarafından eğitim öncesi ve taburculuk öncesinde veya tedavinin 21. gününde değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede yoğun bakımdaki anestezi doktoru hastayı takip ederek destek sağlamıştır (Zambon vd 2017).



Şekil 3.4 Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliği Ölçümü

### 3.4.4. Fiziksel fonksiyon düzeyinin değerlendirilmesi

Yoğun bakım ünitesinde olguların fiziksel fonksiyon düzeyleri Yoğun Bakımda Fiziksel Fonksiyon Test (PFIT) bataryası ile değerlendirilmiştir. Yoğun bakım ünitesinde yatan hastalar genellikle çok iyi değillerdir ve yoğun bakım ortamı, 6 dakika yürüme testi veya zamanlı kalk yürü testi gibi fonksiyonel değerlendirmeler için uygun değildir ve Barthel indeksi gibi belirli soruları cevaplayamazlar. Bu nedenle PFIT, Skinner (2009) ve ark. tarafından yoğun bakım hastalarının fiziksel fonksiyonlarını değerlendirmek için

geliştirilmiştir. Denehy (2011) ve ark. ise yeni PFIT bataryasında bileşen sayısını azaltılıp test puanlamasını değiştirmiştir. Yeni PFIT 'Destek (Oturmadan ayağa kalkma)', 'Kadans (adım/dakika)', 'Omuz (fleksiyon kuvveti)' ve 'Diz (ekstansiyon kuvveti)' şeklinde 4 ana başlıktan oluşan ve araştırmacı tarafından uygulanan bir test bataryasıdır. Oturmadan ayağa kalkma; yardım derecesine göre (0-yardımsız, 1-bir kişinin yardımıyla, 2-iki kişinin yardımıyla) puanlandı. Yerinde sayma; ayakta dururken yerinde sayma eyleminde adım sayısı ve gerçekleştirilen süre olarak kaydedildi. Omuz ve diz kas kuvveti manuel kas testi (0-yapamıyor, 1- sadece kasılma var, 2- yer çekimi elimine edilince hareketi tamamlıyor, 3- yer çekimine karşı hareketi tamamlıyor, 4- yer çekimine karşı maksimum dirençten daha az dirençle hareketi tamamlıyor, 5- yer çekimine karşı maksimum dirençle tamamlıyor) ile değerlendirildi (Skinner vd 2009, Denehy vd 2011).

### **3.5. Tedavi**

Pamukkale Üniversitesi Anestezi Yoğun Bakım Ünitesi'nde fizyoterapi programları için uygun görülen olgulardan iki grup oluşturuldu. Eğitim öncesi değerlendirmeler tamamladıktan sonra olgular eğitim programlarına alındı.

Çalışma ve kontrol grubu olgulara uygulanan tedavi programı aşağıda belirtilmektedir.

#### **3.5.1. Kontrol grubu fizyoterapi programı**

Kontrol grubundaki olgulara, ilk değerlendirmeden sonra solunum kontrolü, diyafram solunumu, kostal ekspansiyon egzersizleri, postüral drenaj, etkili öksürme, yatak içi ROM egzersizleri ve mobilizasyondan oluşan konvansiyonel göğüs fizyoterapisi günde 1 kez olgular yoğun bakımdan taburcu olana kadar veya eğitimin 21. gününe kadar aynı fizyoterapist tarafından uygulanmıştır.





**Şekil 3.5** Konvansiyonel Göğüs Fizyoterapisi

### 3.5.2. Çalışma grubu fizyoterapi programı

Çalışma grubundaki olgulara günde 1 kez solunum kontrolü, diyafram solunumu, kostal ekspansiyon egzersizleri, postüral drenaj, etkili öksürme, yatak içi ROM egzersizleri ve mobilizasyondan oluşan konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak inspiratuvar kas eğitimi günde 2 kez haftada 5 gün olgular taburcu olana kadar veya eğitimin 21. gününe kadar aynı fizyoterapist tarafından uygulanmıştır. Threshold inspiratuvar kas eğitim cihazı dirençli inspiratuvar kas eğitimi için kullanılmıştır. Olgulara mekanik ventilatörde ilk değerlendirmelerden elde edilen MIB değerinin %30'unda veya çok düşük MIB değerine sahip olgular için kullanılan cihazda en düşük değer olan 9 cmH<sub>2</sub>O basınç değerinde eşik yükleme yapılmıştır. IKE'ye diğer günlerde olguların

toleransına göre günde 2 cmH<sub>2</sub>O basınç artışıyla devam edilmiştir. Olgular rahat, gevşek, dik oturma pozisyonunda mekanik ventilatörden devresi ayrıldıktan ve makine sessiz moda alındıktan sonra Threshold inspiratuvar kas eğitim cihazı deve boynu (Catheter Mount) ile entübasyon tüpüne bağlanıp hastadan ayarlanan basınç değerinde kuvvetle nefes alması istendi, ardı ardına 8 derin nefes alıp verdikten sonra ventilatör devresi tekrar bağlandı ve 1-2 dakika dinlenme aralarıyla IKE 3 set halinde gerçekleştirildi. Bu bir seans kabul edilip günde iki seans uygulanmıştır. İspiratuvar kas eğitimi uygulanan olgularda solunum frekansı  $\geq 35$  ya da başlangıç değere göre %50 artan, SpO<sub>2</sub><%90 olan, sistolik kan basıncı >180 mm Hg ya da <80 mmHg olan, taşikardi olan, kalp hızı >140 atım/dk ya da başlangıç değerine göre %20 artan, paradoksal solunum, ajitasyon, depresyon hemoptizi ve aritmi ve/ ya da terleme gibi durumlardan herhangi biri eğitim sırasında görülürse o günkü eğitimler sonlandırılıp bir sonraki gün basınç değeri artırılmadan devam edilmiştir.



**Şekil 3.6** İspiratuvar Kas Eğitimi

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Çalışmamıza katılan olguların demografik bilgileri ve eğitim öncesi, ekstübasyon öncesi ve taburculuk öncesi veya eğitimin 21. gününde yapılan değerlendirmelerinden alınan verilerin Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20.0 programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ve niteliksel değişkenler sayı (yüzde) olarak verildi. Bağımsız grup karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Bağımlı grup karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi ve İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Friedman Testi ve Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi kullanıldı. Aynı zamanda niteliksel değişkenler arasındaki farklılık Ki-kare analizi ile incelendi.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya yoğun bakım ünitesine yatırılan 55-87 yaşları arasında 24 erkek 10 kadın olmak üzere toplam 34 olgu alındı. İki olgu ex oldu, 1 olgu çalışmaya katılmayı reddetti, 3 olgu tedavinin ilk seansında tedaviyi reddetti, 4 olgu ise reentübasyon nedeniyle çalışmadan çıkarıldı ve toplam 24 olgu ile çalışma tamamlandı. İnspiratuvar kas eğitimi ve konvansiyonel göğüs fizyoterapisi uygulanan 12 olgu çalışma grubunu (ÇG), konvansiyonel göğüs fizyoterapisi uygulanan 12 olgu ise kontrol grubunu (KG) oluşturdu.

Çalışmaya alınan olguların sosyo-demografik özellikleri Tablo 4.1'de gösterilmektedir. İki grubun yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve sigara miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.1** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Sosyo-demografik Özellikleri ve Sigara Kullanma Durumunun Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu (n=12)		Kontrol Grubu (n=12)		p
	Med(min-maks)	X±SS	min-maks	X±SS	
<b>Yaş (yıl)</b>	67,5(58-87)	70,75±10,37	70,5(55-84)	70,16±10,07	0,89 <sup>a</sup>
<b>Boy (cm)</b>	1,67(1,5-1,82)	1,65±0,11	1,65(1,55-1,8)	1,67±0,08	0,607 <sup>a</sup>
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	75,5(40-105)	75,33±16,62	70(58-95)	72,25±10,72	0,595 <sup>a</sup>
<b>VKİ (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,55(17,78-35,38)	27,78±5,73	24,46(21,3-34,89)	26,15±4,44	0,378 <sup>b</sup>
<b>Sigara (paketxyıl)</b>	60(32-200)	79,22±53	47(10-60)	41,12±17,81	0,059 <sup>b</sup>

Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, cm: santimetre, kg: kilogram, kg/m<sup>2</sup>: kilogram/metrekare, VKİ: vücut kütle indeksi, <sup>a</sup>İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi, <sup>b</sup>Mann-Whitney U Testi.

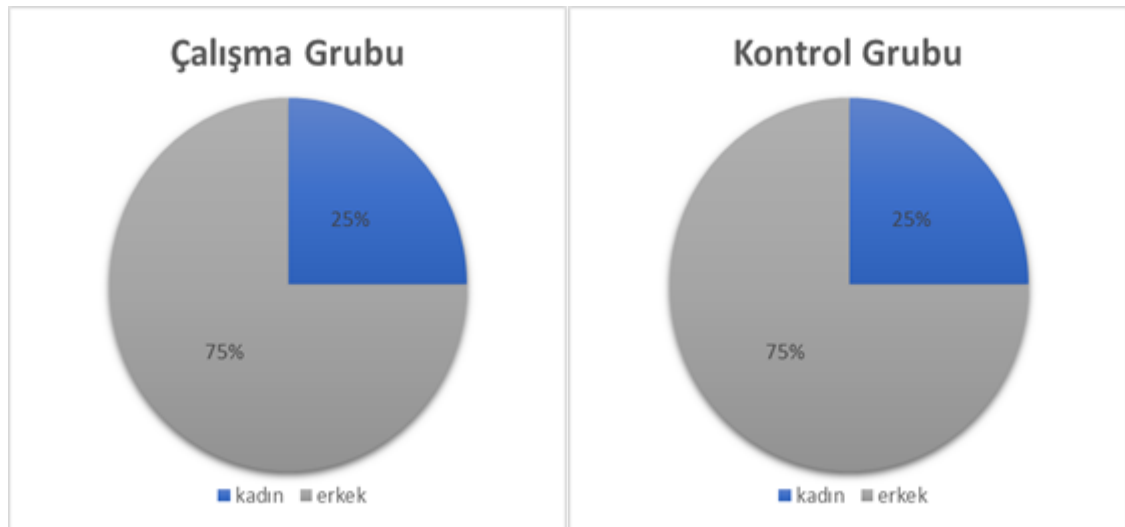
Çalışma grubunda 1 (%8,3) kişi sigara kullanıcısı, 3 (%25) kişi sigara içmemiş, 8 (%66,7) kişi ise sigara içmeyi bırakmıştır. Kontrol grubunda 2 (%16,7) kişi sigara kullanıcısı, 4 (%33,3) kişi sigara içmemiş, 6(%50) kişi ise sigara içmeyi bırakmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.2** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Sigara Kullanma Durumu

Sigara	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu	
	n	%	n	%
Var	1	8,3	2	16,7
Yok	3	25	4	33,3
Bırakmış	8	66,7	6	50

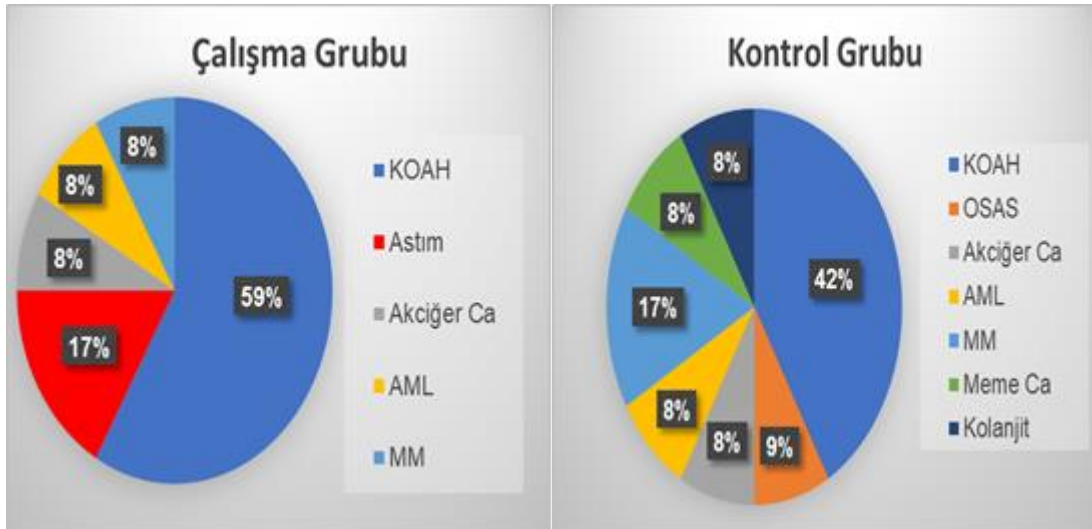
n: Olgu sayısı, %: Yüzde

Çalışmaya alınan olgulardan ÇG'da 3 (%25) kadın olgu, 9 (%75) erkek olgu; KG'da 3 (%25) kadın olgu, 9 (%75) erkek olgu bulunmaktaydı. Gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından anlamlı farklılık yoktu ( $p>0,05$ ). (Şekil4.1)



**Şekil 4.1** Grupların Cinsiyet Dağılımı

Çalışmaya dahil edilen olguların tanılarına bakıldığında ÇG'da 7 (%58,3) olgu KOAH, 2 (%16,7) olgu astım, 1 (%8,3) olgu akciğer ca ve 1 (%8,3) olgu Akut Myeloid Lösemi (AML), 1 (%8,3) olgu Multipl Myelom (MM) tanısına sahipken, KG'da 5 (%41,7) olgu KOAH, 1 (%8,3) olgu akciğer ca, 1 (%8,3) olgu Obstrüktif uyku apne sendromu (OSAS), 1 (%8,3) olgu meme ca, 2 (%16,7) olgu kolanjit, 1 (%8,3) olgu AML ve 1(%8,3) olgu MM tanısına sahipti. Tanılar açısından gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,363$ ). Elde edilen veriler Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Grupların Tanılarının Dağılımı

Şekil 4.3'de gösterildiği gibi anestezi yoğun bakım ünitesine ÇG'da 5 (%41,7) olgu solunum sıkıntısı, 7 (%58,3) olgu pnömoni nedeniyle yatırılmıştır, KG'da 9 (%75) olgu solunum sıkıntısı, 2 (%16,7) olgu pnömoni, 1 (%8,3) olgu ARDS nedeniyle yatırılmıştır. Yatış nedenleri açısından gruplar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,085$ ).



Şekil 4.3 Grupların Yoğun Bakıma Yatış Nedenlerinin Dağılımı

Çalışmaya dahil edilen olguların ortalama kaç gün önce entübe olduklarına, kaç günde ekstübe edildiklerine ve taburcu olduklarına baktığımızda ÇG ortalama  $5,33 \pm 3,82$  gün önce entübe olmuşken, KG ortalama  $4 \pm 3,36$  gün önce entübe olmuştur ( $p=0,101$ ). ÇG'da 11 (%91,7) olgu ortalama  $7,55 \pm 3,47$  günde ekstübe edilirken KG'da 5 (%41,7) olgu ortalama  $9 \pm 5,7$  günde ekstübe edilmiştir ve gruplar arasında ekstübasyon oranları açısından anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,027$ ) çalışma grubu

olgularının ekstübasyon başarısı daha yüksek olmuştur. ÇG olguları ortalama  $13,08 \pm 4,46$  günde yoğun bakımdan taburcu olurken, KG olguları ortalama  $19,5 \pm 3$  günde yoğun bakımdan taburcu olmuştur. Çalışma grubu olguları daha kısa sürede taburcu olmuştur ve gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,001$ ). Olguların tedaviye alındıkları gün sayıları incelendiğinde ÇG ortalama  $8,83 \pm 3,24$  gün tedaviye alınmışken, KG ortalama  $13,83 \pm 3,41$  gün tedaviye alınmıştır ve gruplar arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,001$ ) kontrol grubu olguları daha uzun sürede taburcu oldukları için daha uzun süre tedaviye alınmışlardır. Elde edilen veriler Tablo 4.3'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.3** Olguların Entübasyon, Ekstübasyon, Taburculuk ve Tedavi Süreleri ve Apache II Skorlarının Karşılaştırılması

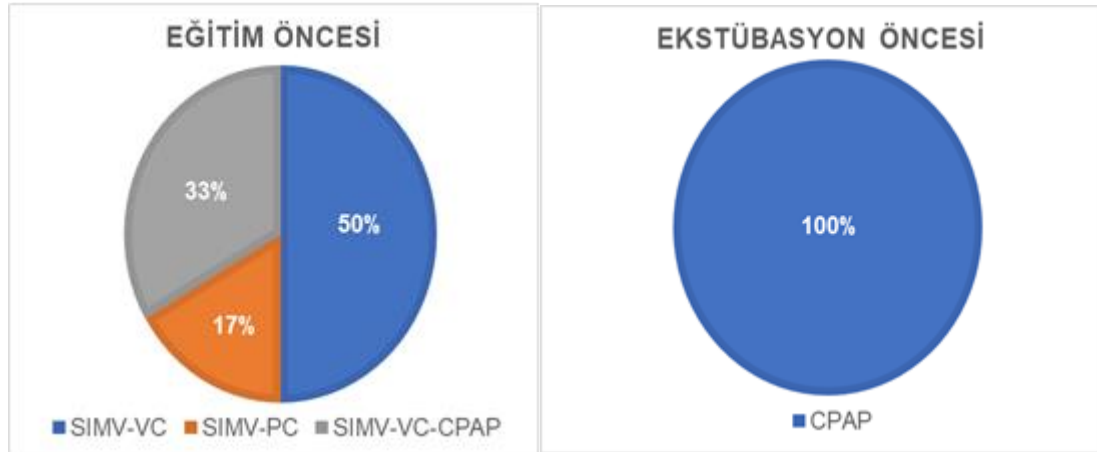
	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		P
	Med(min-maks)	X±SS	Med(min-maks)	X±SS	
<b>Entübasyon (gün)</b>	4(2-14)	5,33±3,82	3(2-12)	4±3,36	0,101 <sup>a</sup>
<b>Ekstübasyon</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>0,027<sup>b</sup></b>
Var	11	91,7	5	41,7	
Yok	1	8,3	7	58,3	
<b>Ekstübasyon (gün)</b>	7(3-13)	7,55±3,47	7(3-16)	9±5,7	0,661 <sup>a</sup>
<b>Tedavi Süresi (gün)</b>	7,5(5-15)	8,83±3,24	14,5(8-18)	13,83±3,41	<b>0,001<sup>c</sup></b>
<b>Taburculuk (gün)</b>	13,5(8-21)	13,08±4,46	21 (12-21)	19,5±3	<b>0,001<sup>a</sup></b>
<b>Apache II</b>	14,5(8-29)	17,5±6,63	14,5(7-30)	15,5±6,16	0,63 <sup>a</sup>

Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, n: Olgu sayısı, %: Yüzde, <sup>a</sup>Mann-Whitney U Testi, <sup>b</sup> Ki-Kare Testi, <sup>c</sup> İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi.

#### 4.1. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması

##### 4.1.1. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması

Çalışma grubu olgularının mekanik ventilatör modları tedavi öncesi ve ekstübasyon önce kaydedilmiştir. Tedavi öncesi 6 (%50) olgu SIMV-VC moduyla takip edilirken 2 (%16,7) olgu SIMV-PC moduyla ve 4 (%33,3) olgu SIMV-VC-CPAP dönüşümlü mod ile takip ediliyordu. Ekstübasyon öncesi değerlendirildiğinde 12 (%100) olgu da CPAP modu ile ventile edilmekteydi (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4** Çalışma Grubu Olgularının Ventilatör Mod Dağılımı

Olguların mekanik ventilatör parametreleri incelendiğinde eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Elde edilen verilerin Tablo 4.4'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.4** Çalışma Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametreleri

Mekanik Ventilatör Parametreleri	Eğitim Öncesi		Ekstübasyon Öncesi		p
	Med(min-maks)	X±SS	Med(min-maks)	X±SS	
FiO <sub>2</sub> (%)	40(40 - 50)	41,67±3,89	40(40 - 40)	40±0	0,157 <sup>a</sup>
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	5(5 - 14)	5,92±2,57	5(5 - 14)	5,92±2,57	0,102 <sup>a</sup>
Psup (cmH <sub>2</sub> O)	10(10 - 12)	10,17±0,58	10(10 - 12)	10,17±0,58	1
Spontan Solunum (soluk/dakika)	20,5(2 - 29)	19,25±7,99	19,5(15 - 31)	20,08±4,36	0,736 <sup>b</sup>

Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup>Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi, <sup>b</sup>İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

Tablo 4.5'de gösterildiği gibi olguların mekanik ventilatörden elde edilen tidal volümleri ve dakika ventilasyonları eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi karşılaştırılmıştır. Eğitim öncesi  $652,08 \pm 245,71$  ml olan inspiratuvar tidal volüm (TVins) ekstübasyon öncesi  $828,58 \pm 321,06$  ml'ye yükselmiştir. Ekspiratuvar tidal volüm (TVeks) eğitim öncesi  $681,75 \pm 234,47$  ml iken ekstübasyon öncesi  $853 \pm 250,7$  ml olmuştur. Olguların eğitim öncesi TVins ve TVeks ile ekstübasyon öncesi TVins ve TVeks arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,013$ ,  $p=0,001$  sırasıyla). Eğitim öncesi ölçülen dakika ventilasyonu (MV)  $8,12 \pm 1,88$  l/dk iken ekstübasyon öncesi  $9,29 \pm 1,34$  l/dk olarak değişmiş olup eğitim öncesi MV ile ekstübasyon öncesi MV değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,002$ ).



**Tablo 4.5** Çalışma Grubu Olgularının Tidal Volüm ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		Ekstübasyon Öncesi		p
	Med(min-maks)	X±SS	Med(min-maks)	X±SS	
<b>TV<sub>ins</sub> (ml)</b>	637,5(269-1100)	652,08±245,71	736,5(324-1378)	828,58±321,06	<b>0,013<sup>a</sup></b>
<b>TV<sub>eks</sub> (ml)</b>	758,5(268-1000)	681,75±234,47	825(382-1200)	853±250,7	<b>0,001<sup>a</sup></b>
<b>MV (l/dk)</b>	8,5(3,6-10,7)	8,12±1,88	9,1(7,4-11,8)	9,29±0,34	<b>0,002<sup>b</sup></b>

TV<sub>ins</sub>: İnspiratuvar Tidal Volüm, TV<sub>eks</sub>: Ekspiratuvar Tidal Volüm, MV: Dakika Ventilasyon, ml: mililitre, l/dk: Litre/Dakika, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi, <sup>b</sup> Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi.

Buna göre çalışma grubundaki olgularda mekanik ventilatöre bağlı oldukları dönemde konvansiyonel göğüs fizyoterapisiyle birlikte uygulanan inspiratuvar kas eğitimi tidal volümlerde ve dakika ventilasyonda artışlar sağlamıştır.

Olguların solunum kas gücü eğitim öncesi, ekstübasyon öncesi ve taburcu olmadan önce ölçüldüğünde, yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ( $p < 0,0001$ ). Eğitim öncesi maksimal inspiratuvar basınç (MIB)  $18,33 \pm 4,53$ , ekstübasyon öncesi MIB  $26,72 \pm 5,13$  ve taburcu MIB  $37,41 \pm 9,20$  cmH<sub>2</sub>O değerlerinde bulunmuş olup eğitim öncesi MIB değeri ile ekstübasyon öncesi MIB değerleri arasında ve ekstübasyon öncesi MIB değeri ile taburcu olmadan önceki MIB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p = 0,0001$ ). Olguların eğitim öncesi MIB değeri ile taburcu olmadan önceki MIB değerleri arasında da anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir ( $p = 0,0001$ ). Elde edilen veriler Tablo 4.6'da sunulmuştur.

**Tablo 4.6** Çalışma Grubu Olgularının Solunum Kas Gücü Değerlerinin Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi	Ekstübasyon Öncesi	p	Ekstübasyon Öncesi	Taburcu	p
	X±SS	X±SS		X±SS	X±SS	
<b>MIB (cmH<sub>2</sub>O)</b>	18,33±4,5 3	26,72±5,13	<b>0,0001<sup>a</sup></b>	26,72±5,13	37,41±9,2	<b>0,0001<sup>a</sup></b>

MIB: maksimal inspiratuvar basınç, cmH<sub>2</sub>O: santimetre su, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

Olguların ultrason ile değerlendirilen diyafram kalınlığı ve hareketliliği sonuçları Tablo 4.7'de sunulmuştur. Midklavikulardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $1,78 \pm 1,07$  mm iken taburculuk öncesi  $2,26 \pm 1,25$  mm olmuştur, ekspiryumda eğitim öncesi  $1,63 \pm 0,93$  mm iken taburculuk öncesi  $2,06 \pm 1,11$  mm

olarak değişmiştir. Bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p=0,009$  ve  $p=0,006$ ; sırasıyla). Anterior aksillardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $1,84 \pm 0,78$  mm iken taburculuk öncesi  $2,35 \pm 0,86$  mm olmuştur, ekspiryumda eğitim öncesi  $1,73 \pm 0,7$  mm iken taburculuk öncesi  $2,18 \pm 0,81$  mm olarak değişmiştir. Hem inspiryumdaki ( $p=0,049$ ) hem de ekspiryumdaki fark istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p=0,032$ ). Midaksillardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $2,4 \pm 1,01$  mm iken taburculuk öncesi  $2,89 \pm 1,08$  mm, ekspiryumda eğitim öncesi  $2,25 \pm 0,92$  mm iken taburculuk öncesi  $2,73 \pm 1,02$  mm olmuştur. Yine hem inspiryum için ( $p=0,013$ ) hem de ekspiryum için aradaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,019$ ).

Normal inspiryumda ve derin inspiryumda değerlendirilen diyafram hareketliliği normal inspiryumda eğitim öncesi  $14,88 \pm 6,94$ mm iken taburculuk öncesi  $19,05 \pm 8,25$  mm olmuştur. Derin inspiryumda eğitim öncesi  $33,81 \pm 15,14$  mm iken taburculuk öncesi  $43,98 \pm 15,01$  mm olarak değişmiştir. Diyafram hareketliliği normal inspiryumda ( $p=0,017$ ) ve derin inspiryumda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p=0,0001$ ).

**Tablo 4.7** Çalışma Grubu Olgularının Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliğinin Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		Taburculuk Öncesi		p
	Med (min-maks)	X±SS	Med (min-maks)	X±SS	
Midklavikular İnspiryum (mm)	1,45(0,8-4,2)	1,78 ± 1,07	2,1(1,1-5,5)	2,26 ± 1,25	<b>0,006<sup>a</sup></b>
Midklavikular Ekspiryum (mm)	1,35(0,7-3,7)	1,63 ± 0,93	2(1-5,1)	2,06 ± 1,11	<b>0,009<sup>a</sup></b>
Anterior Aksillar İnspiryum (mm)	1,8(0,75-3)	1,84 ± 0,78	2,2(1,2-4,3)	2,35 ± 0,86	<b>0,032<sup>b</sup></b>
Anterior Aksillar Ekspiryum (mm)	1,7(0,75-2,8)	1,73 ± 0,7	2(1,1-3,8)	2,18 ± 0,81	<b>0,049<sup>b</sup></b>
Midaksillar İnspiryum (mm)	2,3(1,1-4,2)	2,4 ± 1,01	2,5(1,8-5,2)	2,89 ± 1,08	<b>0,019<sup>a</sup></b>
Midaksillar Ekspiryum (mm)	2,1(1,1-3,8)	2,25 ± 0,92	2,4(1,7-5)	2,73 ± 1,02	<b>0,013<sup>a</sup></b>
Normal İnspiryumda Hareket (mm)	13,25(8-35)	14,88 ± 6,94	16,6(11-40)	19,05 ± 8,25	<b>0,017<sup>a</sup></b>
Derin İnspiryumda Hareket (mm)	31,5(12,9-64)	33,81 ± 15,14	44,85(19-75,4)	43,98 ± 15,01	<b>0,0001<sup>a</sup></b>

mm: milimetre, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi, <sup>b</sup> Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi.

Eğitim ncesi ve taburculuk öncesi fiziksel fonksiyon düzeyi skorları (PFIT) değerlendirilen olguların elde edilen verileri Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Eğitim ncesi PFIT skoru  $5 \pm 1,65$  olan olguların taburculuk öncesi  $6,8 \pm 2,39$  puan olarak artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunup çalışma grubu olgularında konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek inspiratuvar kas eğitimi fiziksel fonksiyon düzeyini gelişmiştir.

**Tablo 4.8** alışma Grubu Olgularının Fiziksel Fonksiyon Düzeyi Skorlarının Karşılaştırılması

	Eğitim ncesi		Taburculuk ncesi		p
	Med (min-maks)	X $\pm$ SS	Med (min-maks)	X $\pm$ SS	
<b>PFIT</b>	5 (3 - 8)	5 $\pm$ 1,65	7 (3 - 10)	6,8 $\pm$ 2,39	<b>0,001<sup>a</sup></b>

PFIT: Yoğun bakımda fiziksel fonksiyon testi, Med: Medyan, min: minimum, maks: maksimum X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın nemlilik Testi.

Çalışma grubu olgularının her seans için tedavi öncesi tedavi esnasında ve tedavi sonrası kalp hızı, oksijen satürasyonu, sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı, solunum frekansı ve ateş düzeyleri kaydedildi. Bu değerlerin ortalaması alınarak bu ortalamalarla analizler yapılmıştır. Tedavi ncesi ortalama kalp hızı  $99,57 \pm 12,63$  atım/dk iken tedavi esnasında  $99,7 \pm 14,86$  ve tedavi sonrası  $100,76 \pm 10,21$  atım/dk olarak değişmiştir ve bu değişimler arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p=0,594$ ). Oksijen satürasyonu tedavi öncesi ortalama %  $96,82 \pm 1,81$  iken tedavi esnasında %  $98 \pm 1,74$ , tedavi sonrasında ise %  $96,71 \pm 1,88$  olarak değişmiş olup tedavi öncesi ile tedavi esnası oksijen satürasyonları arasında ( $p=0,0001$ ) ve tedavi esnası ile tedavi sonrası oksijen satürasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,001$ ). Sistolik kan basıncı tedavi öncesi ortalama  $115,03 \pm 10,07$  mmHg iken tedavi esnasında  $113,19 \pm 11,54$  mmHg ve tedavi sonrası  $113,75 \pm 8,22$  mmHg olarak değişmiştir. Bu değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,549$ ). Tedavi ncesi diyastolik kan basıncı ortalama  $65,7 \pm 5,53$  mmHg iken tedavi esnasında  $63,89 \pm 4,77$  mmHg ve tedavi sonrası  $65,91 \pm 4,63$  mmHg olmuştur. Ortalama diyastolik kan basınçları değişimleri arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0,076$ ). Tedavi ncesi ortalama  $20,06 \pm 4,99$  soluk/dakika olan solunum frekansı tedavi esnasında  $21,47 \pm 3,27$ , tedavi sonrasında ise  $20,47 \pm 5,7$  soluk/dakika olmuştur. Bu değişimler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p=0,476$ ). Tedavi ncesi  $36,76 \pm 0,35$  C olan ortalama ateş, tedavi esnasında  $36,85 \pm 0,35$  C oldu ve tedavi sonrası  $36,88 \pm 0,36$  C olmuştur. Tedavi ncesi, tedavi esnası ve tedavi sonrası ortalama ateş değerleri analiz edildiğinde tedavi öncesi ortalama ateş değeri ile tedavi sonrası ortalama ateş değerleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Elde edilen veriler Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.9** Çalışma Grubu Olgularının Tedavi Öncesi, Tedavi Esnası ve Tedavi Sonrası Ortalama Vital Değerlerinin Karşılaştırılması

	Tedavi Öncesi	Tedavi Esnası	Tedavi Sonrası	p
	X±SS	X±SS	X±SS	
<b>Kalp Hızı (atım/dk)</b>	99,57±12,63	99,7±14,86	100,76±10,21	0,594 <sup>a</sup>
<b>SpO2(%)</b>	96,82±1,81	98±1,74	96,71±1,88	<b>0,0001<sup>b</sup></b>
<b>Sistolik Kan Basıncı (mmHg)</b>	115,03±10,07	113,19±11,54	113,75±8,22	0,549 <sup>a</sup>
<b>Diastolik Kan Basıncı (mmHg)</b>	65,7±5,53	63,89±4,77	65,91±4,63	0,076 <sup>b</sup>
<b>Solunum Frekansı (soluk/dk)</b>	20,06±4,99	21,47±3,27	20,47±5,7	0,476 <sup>a</sup>
<b>Ateş (°C)</b>	36,76±0,35	36,85±0,35	36,88±0,36	<b>0,0001<sup>b</sup></b>

X: ortalama, SS: standart sapma, dk: dakika, SpO<sub>2</sub>: Oksijen Saturasyonu, %: yüzde, mmHg: milimetre civa, °C: santigrad derece. <sup>a</sup>Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, <sup>b</sup>Friedman Testi

Çalışma grubu olgularının IKE katılım ve seanslara katılım oranları değerlendirildiğinde IKE katılımı %86,65 ± 9,14 iken tedavi katılımı %90,85 ± 10,06 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

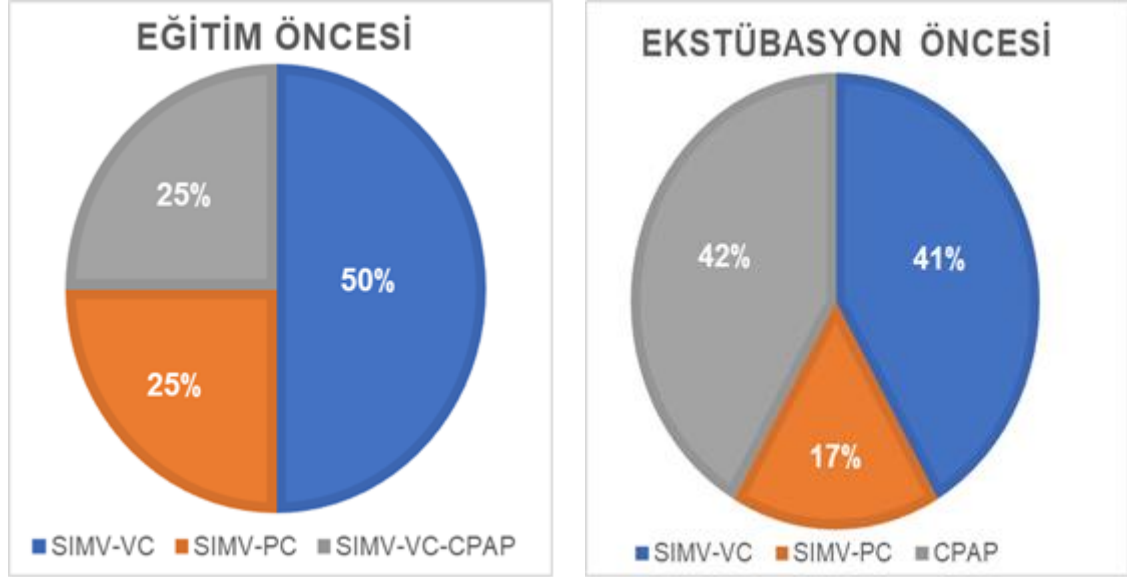
**Tablo 4.10** Çalışma Grubu Olgularının IKE ve Tedavi Katılım Oranları

	Çalışma Grubu	
	Med (min-maks)	X±SS
<b>IKE Katılım (%)</b>	85,78 (66 - 100)	86,65 ± 9,14
<b>Tedavi Katılım (%)</b>	91,83 (71,42 - 100)	90,85 ± 10,06

IKE: İspiratuvar Kas Eğitimi, %: yüzde, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma.

#### 4.1.2. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması

Kontrol grubu olgularının mekanik ventilatör modları tedavi öncesi ve ekstübasyon önce kaydedilmiştir. Tedavi öncesi 6 (%50) olgu SIMV-VC moduyla takip edilirken 3 (%25) olgu SIMV-PC moduyla ve 3 (%25) olgu SIMV-VC-CPAP dönüşümlü mod ile takip ediliyordu. Ekstübasyon öncesi değerlendirildiğinde 5 (%41,7) olgu da CPAP modu ile ventile edilirken 2 (%16,7) olgu SIMV-PC moduyla ve 5 (%41,7) olgu SIMV-VC moduyla ventile edilmekteydi. (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Kontrol Grubu Olgularının Ventilatör Mod Dağılımı

Olguların mekanik ventilatör parametreleri incelendiğinde eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Elde edilen veriler Tablo 4.11'de gösterilmektedir.

Tablo 4.11 Kontrol Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametreleri

Mekanik Ventilatör Parametreleri	Eğitim Öncesi		Ekstübasyon Öncesi		p
	Med (min-maks)	X±SS	Med (min-maks)	X±SS	
FiO <sub>2</sub> (%)	40(40 - 60)	46,67±8,88	40(40 - 50)	42,92±4,5	0,109 <sup>a</sup>
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	5(5 - 10)	5,75±1,54	5(5 - 8)	5,58±1,08	0,564 <sup>a</sup>
Psup (cmH <sub>2</sub> O)	11(10 - 16)	11,67±2,06	10(8 - 16)	10,67±1,97	0,324 <sup>b</sup>
Spontan Solunum (soluk/dakika)	12(2 - 29)	15±9,85	16(3 - 31)	16,75±8,08	0,824 <sup>a</sup>

FiO<sub>2</sub>: İnspire edilen oksijen fraksiyonu, %: yüzde, cmH<sub>2</sub>O: santimetre su, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup>Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi, <sup>b</sup>İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

Tablo 4.12'de gösterildiği gibi olguların mekanik ventilatörden elde edilen tidal volümleri ve dakika ventilasyonları eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi karşılaştırılmıştır. Eğitim öncesi 690,67 ± 386,72 ml olan TVins ekstübasyon öncesi 689,75 ± 365,79 ml olarak değişmiştir. TVeks eğitim öncesi 733,08 ± 400,96 ml iken ekstübasyon öncesi 680,17 ± 398,66 ml olmuştur. Olguların eğitim öncesi TVins ve TVeks ile ekstübasyon öncesi TVins ve TVeks arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p=0,638, p=0,388 sırasıyla). Eğitim öncesi ölçülen MV 7,77 ± 2,06 l/dk iken ekstübasyon öncesi 7,78 ± 2,46 l/dk olarak değişmiş olup eğitim öncesi MV ile ekstübasyon öncesi MV değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,366).

**Tablo 4.12** Kontrol Grubu Olgularının Tidal Volümlerinin ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		Ekstübasyon Öncesi		p
	Med(min-maks)	X±SS	Med(min-maks)	X±SS	
<b>TV<sub>ins</sub> (ml)</b>	444,5(364-1387)	690,67±386,72	531,5(320-1400)	689,75±365,79	0,638 <sup>a</sup>
<b>TV<sub>eks</sub> (ml)</b>	519,5(330-1473)	733,08±400,96	516,5(324-1500)	680,17±398,66	0,388 <sup>a</sup>
<b>MV (l/dk)</b>	7,2(5,3-12)	7,77±2,06	7,15(5,2-12,3)	7,78±2,46	0,366 <sup>a</sup>

TVins: İnspiratuvar Tidal Volüm, TVeks: Ekspiratuvar Tidal Volüm, MV: Dakika Ventilasyon, ml: mililitre, l/dk: Litre/Dakika, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi.

Buna göre kontrol grubundaki olgularda mekanik ventilatöre bağlı oldukları dönemde konvansiyonel göğüs fizyoterapi ile tidal volümlerde ve dakika ventilasyonda artışlar sağlanamadığı gibi istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da sayısal olarak azalmalar meydana gelmiştir.

Olguların solunum kas gücü eğitim öncesi, ekstübasyon öncesi ve taburcu olmadan önce ölçüldüğünde, yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi (p>0,05). Eğitim öncesi MIB 19,25 ± 5,03, ekstübasyon öncesi MIB 25,8 ± 3,77 ve taburcu MIB 21,08 ± 7,75 cmH<sub>2</sub>O değerlerinde bulunmuş olup eğitim öncesi MIB değeri ile ekstübasyon öncesi MIB değerleri arasında ve ekstübasyon öncesi MIB değeri ile taburcu olmadan önceki MIB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (p>0,05). Olguların eğitim öncesi MIB değeri ile taburcu olmadan önceki MIB değerleri arasında da anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p=0,440). Elde edilen veriler Tablo 4.13'de sunulmuştur.

**Tablo 4.13** Kontrol Grubu Olgularının Maksimal İspiratuvar Basınç Değerlerinin Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi	Ekstübasyon Öncesi	p	Ekstübasyon Öncesi	Taburcu	p
	X±SS	X±SS		X±SS	X±SS	
<b>MIB (cmH<sub>2</sub>O)</b>	19,25±5,03	25,8±3,77	0,789 <sup>a</sup>	25,8±3,77	21,08±7,75	0,283 <sup>a</sup>

MIB: maksimal inspiratuvar basınç, cmH<sub>2</sub>O: santimetre su, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup>İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

Olguların ultrason ile değerlendirilen diyafram kalınlığı ve hareketliliği sonuçları Tablo 4.14'de sunulmuştur. Midklavikulardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $2,03 \pm 1,17$  mm iken taburculuk öncesi  $1,66 \pm 0,85$  mm olmuştur ( $p=0,067$ ), ekspiryumda  $1,86 \pm 0,86$  mm iken taburculuk öncesi  $1,59 \pm 0,79$  mm olarak değişmiştir ( $p=0,086$ ). Bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Anterior aksillardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $2,38 \pm 1,44$  mm iken taburculuk öncesi  $1,71 \pm 1,02$  mm olmuştur, ekspiryumda eğitim öncesi  $2,19 \pm 1,17$  mm iken taburculuk öncesi  $1,66 \pm 0,95$  mm olarak değişmiştir. Olguların diyafram kalınlıkları azalarak hem inspiryumdaki ( $p=0,003$ ) hem de ekspiryumdaki fark istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p=0,003$ ). Midaksillardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiryumda  $2,65 \pm 1,87$  mm iken taburculuk öncesi  $1,91 \pm 0,95$  mm, ekspiryumda eğitim öncesi  $2,45 \pm 1,73$  mm iken taburculuk öncesi  $1,77 \pm 0,89$  mm olmuştur. Yine hem inspiryum için ( $p=0,006$ ) hem de ekspiryum için diyafram kalınlığındaki azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,026$ ). Normal inspiryumda ve derin inspiryumda değerlendirilen diyafram hareketliliği normal inspiryumda eğitim öncesi  $14,82 \pm 5,51$  mm iken taburculuk öncesi  $12,04 \pm 5,4$  mm olmuştur. Derin inspiryumda eğitim öncesi  $33,22 \pm 14,94$  mm iken taburculuk öncesi  $27,18 \pm 15,23$  mm olarak değişmiştir. Diyafram hareketliliği normal inspiryumda ( $p=0,068$ ) ve derin inspiryumda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p=0,078$ ).

**Tablo 4.14** Kontrol Grubu Olgularının Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliğinin Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		Taburculuk Öncesi		p
	Med(min-maks)	X±SS	Med(min-maks)	X±SS	
Midklavikular İnciriyum (mm)	1,6(1 - 5,2)	2,03 ± 1,17	1,4(0,7 - 3,1)	1,66 ± 0,85	0,086 <sup>a</sup>
Midklavikular Ekspiryum (mm)	1,55(1 - 4)	1,86 ± 0,86	1,35(0,7 - 3)	1,59 ± 0,79	0,067 <sup>a</sup>
Anterior Aksillar İnciriyum (mm)	2,1(1,1 - 6,6)	2,38 ± 1,44	1,35(0,67 - 4,2)	1,71 ± 1,02	<b>0,003<sup>b</sup></b>
Anterior Aksillar Ekspiryum (mm)	2(1,1 - 5,5)	2,19 ± 1,17	1,35(0,67 - 4)	1,66 ± 0,95	<b>0,003<sup>b</sup></b>
Midaksillar İnciriyum (mm)	2,05(0,92 - 8)	2,65 ± 1,87	1,4(0,9 - 4,1)	1,91 ± 0,95	<b>0,026<sup>b</sup></b>
Midaksillar Ekspiryum (mm)	1,8(0,84 - 7,5)	2,45 ± 1,73	1,4(0,8 - 4)	1,77 ± 0,89	<b>0,006<sup>b</sup></b>
Normal İnciriyumda Hareket (mm)	12,25(9 - 28)	14,82 ± 5,51	10(6,4 - 25)	12,04 ± 5,4	0,068 <sup>a</sup>
Derin İnciriyumda Hareket (mm)	32(15 - 63)	33,22 ± 14,94	24(12 - 71)	27,18 ± 15,23	0,078 <sup>a</sup>

mm: milimetre, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi, <sup>b</sup> Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi.

Eğitim öncesi ve taburculuk öncesi PFIT skorları değerlendirilen olguların elde edilen verileri Tablo 4.14'de gösterilmiştir. Eğitim öncesi PFIT skoru 4,45 ± 1,81 olan olguların taburculuk öncesi 4,18 ± 2,64 puan olarak değişmiştir.

**Tablo 4.15** Kontrol Grubu Olguların Fiziksel Fonksiyon Düzeyi Skorlarının Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		Taburculuk Öncesi		p
	Med (min-maks)	X±SS	Med (min-maks)	X±SS	
<b>PFIT</b>	4 (1 - 7)	4,45 ± 1,81	4 (1 - 11)	4,18 ± 2,64	0,724 <sup>a</sup>

PFIT: Yoğun bakımda fiziksel fonksiyon testi, Med: Medyan, min: minimum, maks: maksimum X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup> İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.



Kontrol grubu olgularının her seans için tedavi öncesi, tedavi esnasında ve tedavi sonrası kalp hızı, oksijen satürasyonu, sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı, solunum frekansı ve ateş düzeyleri kaydedildi. Bu değerlerin ortalaması alınarak bu ortalamalarla analizler yapılmıştır.

Tedavi öncesi ortalama kalp hızı  $108,61 \pm 16,31$  atım/dk iken tedavi esnasında  $108,47 \pm 17,19$  ve tedavi sonrası  $107,95 \pm 17,38$  atım/dk olarak değişmiştir ve bu değişimler arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p=0,559$ ). Oksijen satürasyonu tedavi öncesi ortalama  $\% 96,44 \pm 1,83$  iken tedavi esnasında  $\% 97,69 \pm 1,88$ , tedavi sonrasında ise  $\% 96,74 \pm 2,33$  olarak değişmiş olup tedavi öncesi ile tedavi esnası oksijen satürasyonları arasında ( $p=0,007$ ) ve tedavi esnası ile tedavi sonrası oksijen satürasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,019$ ). Sistolik kan basıncı tedavi öncesi ortalama  $108,05 \pm 12,67$  mmHg iken tedavi esnasında  $106,1 \pm 13,47$  mmHg ve tedavi sonrası  $110,31 \pm 14,13$  mmHg olarak değişmiştir. Bu değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,107$ ). Tedavi öncesi diyastolik kan basıncı ortalama  $63,64 \pm 8,03$  mmHg iken tedavi esnasında  $64,65 \pm 7,24$  mmHg ve tedavi sonrası  $66,14 \pm 10,55$  mmHg olmuştur. Ortalama diyastolik kan basınçları değişimleri arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0,171$ ). Tedavi öncesi ortalama  $16,55 \pm 4,43$  soluk/dakika olan solunum frekansı tedavi esnasında  $21,57 \pm 3,63$ , tedavi sonrasında ise  $19,87 \pm 6,7$  soluk/dakika olmuştur. Tedavi öncesi ortalama solunum frekansı ile tedavi esnası ortalama solunum frekansı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,001$ ), tedavi esnası ortalama solunum frekansı ile tedavi sonrası ortalama solunum frekansı arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p=0,070$ ). Tedavi öncesi  $36,66 \pm 0,4$  °C olan ortalama ateş, tedavi esnasında  $36,7 \pm 0,36$  °C oldu ve tedavi sonrası  $36,71 \pm 0,36$  °C olmuştur. Tedavi öncesi, tedavi esnası ve tedavi sonrası ortalama ateş değerleri analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,068$ ). Elde edilen veriler Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.16** Kontrol Grubu Olgularının Tedavi Öncesi, Tedavi Esnası ve Tedavi Sonrası Ortalama Vital Değerlerinin Karşılaştırılması

	Tedavi Öncesi X±SS	Tedavi Esnası X±SS	Tedavi Sonrası X±SS	p
<b>Kalp Hızı (atım/dk)</b>	108,61 ± 16,31	108,47 ± 17,19	107,95 ± 17,38	0,559 <sup>a</sup>
<b>SpO<sub>2</sub>(%)</b>	96,44 ± 1,83	97,69 ± 1,88	96,74 ± 2,33	<b>0,002<sup>b</sup></b>
<b>Sistolik Kan Basıncı (mmHg)</b>	108,05 ± 12,67	106,1 ± 13,47	110,31 ± 14,13	0,107 <sup>b</sup>
<b>Diastolik Kan Basıncı (mmHg)</b>	63,64 ± 8,03	64,65 ± 7,24	66,14 ± 10,55	0,171 <sup>a</sup>
<b>Solunum Frekansı (soluk/dk)</b>	16,55 ± 4,43	21,57 ± 3,63	19,87 ± 6,7	<b>0,003<sup>a</sup></b>
<b>Ateş (°C)</b>	36,66 ± 0,4	36,7 ± 0,36	36,71 ± 0,36	0,068 <sup>a</sup>

X: ortalama, SS: standart sapma, dk: dakika, SpO<sub>2</sub>: Oksijen Saturasyonu, %: yüzde, mmHg: milimetre civa, °C: santigrad derece. <sup>a</sup>Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, <sup>b</sup>Friedman Testi

Kontrol grubu olgularının seanslara katılım oranları değerlendirildiğinde % 83,58 ± 10,66 olarak bulunmuştur. Kontrol grubu olgularında uzun süren yatışlarla birlikte tedavilere katılımlarda azalmalar meydana gelmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.16' da gösterilmiştir.

**Tablo 4.17** Kontrol Grubu Olgularının Tedavi Katılım Oranı

	Kontrol Grubu	
	Med (min-maks)	X±SS
<b>Tedavi Katılım (%)</b>	83,33 (66,66 - 100)	83,58 ± 10,66

%: yüzde, Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum, X:ortalama, SS: standart sapma.

#### 4.1.3. Çalışma ve kontrol grubunun verilerinin karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol grubu olgularının mekanik ventilasyon modları ve parametreleri karşılaştırıldığında; eğitim öncesi çalışma grubunda 6 (%50) olgu SIMV-VC modu ile takip edilirken kontrol grubunda da 6 (%50) olgu SIMV-VC modu ile takip ediliyordu ve gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu ( $p=0,842$ ). Ekstübasyon öncesi çalışma grubunda 12 (%100) olgu CPAP modu ile takip edilirken kontrol grubunda 5 (%41,7) olgu CPAP, 5 (%41,7) olgu SIMV-VC modu ile takip ediliyordu. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttu ( $p=0,007$ ). Çalışma ve kontrol grubu olguların mekanik ventilatör parametreleri arasında anlamlı farklılıklar bulunamamıştır ( $p>0,05$ ) ve elde edilen veriler Tablo 4.18'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.18** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Mekanik Ventilatör Parametrelerinin Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi		p	Ekstübasyon Öncesi		P
	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	
	X±SS	X±SS		X±SS	X±SS	
FiO <sub>2</sub> (%)	41,67±3,89	46,67±8,88	0,242 <sup>a</sup>	40±0	42,92±4,5	0,178 <sup>a</sup>
PEEP(cmH <sub>2</sub> O)	5,92±2,57	5,75±1,54	0,909 <sup>a</sup>	5,92±2,57	5,58±1,08	0,319 <sup>a</sup>
Psup(cmH <sub>2</sub> O)	10,17±0,58	11,67±2,06	0,068 <sup>a</sup>	10,17±0,58	10,67±1,97	0,713 <sup>a</sup>
Spontan Solunum (soluk/dk)	19,25±7,99	15±9,85	0,258 <sup>b</sup>	20,08±4,36	16,75±8,08	0,226 <sup>b</sup>

FiO<sub>2</sub>: İnspire edilen oksijen fraksiyonu, %: yüzde, cmH<sub>2</sub>O: santimetre su, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup>Mann-Whitney U Testi, <sup>b</sup>iki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

Çalışma ve kontrol grupları arasında tidal volümler ve dakika ventilasyonlar eğitim öncesi ve ekstübasyon öncesi karşılaştırıldığında eğitim öncesi inspiratuvar tidal volüm çalışma grubunda 652,08 ± 245,71 ml, kontrol grubunda 690,67 ± 386,72 ml ( $p=0,932$ ), ekspiratuvar tidal volüm çalışma grubunda 681,75 ± 234,47 ml, kontrol grubunda 733,08 ± 400,96 ml ( $p=0,932$ ) olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu. Ekstübasyon öncesi inspiratuvar tidal volüm çalışma grubunda 828,58 ± 321,06 ml, kontrol grubunda 689,75 ± 365,79 ml ( $p=0,242$ ), ekspiratuvar tidal volüm çalışma grubunda 853 ± 250,7 ml, kontrol grubunda 680,17 ± 398,66 ml ( $p=0,128$ ) olarak değişmiştir. Gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Eğitim öncesi dakika ventilasyon çalışma grubunda 8,12 ± 1,88 l/dk, kontrol grubunda 7,77 ± 2,06 l/dk olduğu görüldü ve gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu ( $p=0,668$ ). Ekstübasyon öncesi dakika ventilasyon çalışma grubunda 9,29 ± 1,34 l/dk, kontrol grubunda 7,78 ± 2,46 l/dk olarak değişmiştir ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p=0,078$ ). Elde edilen veriler Tablo 4.19'da sunulmuştur.

**Tablo 4.19** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Tidal Volümlerinin ve Dakika Ventilasyonlarının Karşılaştırılması

	Eğitim Öncesi			Ekstübasyon Öncesi		
	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p
	X±SS	X±SS		X±SS	X±SS	
<b>TV<sub>ins</sub> (ml)</b>	652,08±245,71	690,67±386,72	0,932 <sup>a</sup>	828,58±321,06	689,75±365,79	0,242 <sup>a</sup>
<b>TV<sub>eks</sub> (ml)</b>	681,75±234,47	733,08±400,96	0,932 <sup>a</sup>	853±250,7	680,17±398,66	0,128 <sup>a</sup>
<b>MV (l/dk)</b>	8,12±1,88	7,77±2,06	0,668 <sup>b</sup>	9,29±0,34	7,78±2,46	0,078 <sup>b</sup>

TV<sub>ins</sub>: İnspiratuvar Tidal Volüm, TV<sub>eks</sub>: Ekspiratuvar Tidal Volüm, MV: Dakika Ventilasyon, ml: mililitre, l/dk: Litre/Dakika, ÇG: Çalışma Grubu, KG: Kontrol Grubu, X: ortalama, SS: standart sapma, <sup>a</sup>Mann-Whitney U Testi, <sup>b</sup>iki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi.

**Tablo 4.20** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Eğitim Öncesi ve Taburculuk Öncesi Solunum Kas Gücü, Diyafram Kalınlıkları ve Diyafram Hareketlerinin ve PFIT Skorlarının Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Taburculuk Öncesi Gruplar Arasındaki Ortalama Değişim Farkı [%95 CI]	p
	Eğitim Öncesi	Taburculuk Öncesi (Eğitim Öncesine Göre Değişim)	Eğitim Öncesi	Taburculuk Öncesi (Eğitim Öncesine Göre Değişim)		
	X±SS	X±SS	X±SS	X±SS		
<b>MIB (cmH<sub>2</sub>O)</b>	18,33 ± 4,54	19,08 ± 7,97	19,25 ± 5,03	1,83 ± 7,92	17,25 [10,52; 23,98]	<b>0,0001<sup>a</sup></b>
<b>Midklavikular İnciriyum (mm)</b>	1,78 ± 1,07	0,48 ± 0,5	2,03 ± 1,17	-0,38 ± 0,69	0,86 [0,35; 1,37]	<b>0,002<sup>a</sup></b>
<b>Midklavikular Ekspiryum (mm)</b>	1,63 ± 0,93	0,43 ± 0,46	1,86 ± 0,86	-0,27 ± 0,45	0,70 [0,30; 1,08]	<b>0,001<sup>a</sup></b>
<b>Anterior Aksillar İnciriyum (mm)</b>	1,84 ± 0,78	0,51 ± 0,82	2,38 ± 1,44	-0,66 ± 0,65	1,17 [0,55; 1,80]	<b>0,0001<sup>b</sup></b>
<b>Anterior Aksillar Ekspiryum (mm)</b>	1,73 ± 0,7	0,45 ± 0,79	2,19 ± 1,17	-0,54 ± 0,47	0,99 [0,44; 1,54]	<b>0,0001<sup>b</sup></b>
<b>Midaksillar İnciriyum (mm)</b>	2,4 ± 1,01	0,49 ± 0,62	2,65 ± 1,87	-0,74 ± 1,18	1,23 [0,44; 2,03]	<b>0,001<sup>b</sup></b>
<b>Midaksillar Ekspiryum (mm)</b>	2,25 ± 0,92	0,48 ± 0,56	2,45 ± 1,73	-0,68 ± 0,98	1,16 [0,48; 1,83]	<b>0,0001<sup>b</sup></b>
<b>Normal İnciriyumda Hareket (mm)</b>	14,88 ± 6,94	4,18 ± 5,15	14,82 ± 5,51	-2,78 ± 4,75	6,96 [2,76; 11,14]	<b>0,002<sup>a</sup></b>
<b>Derin İnciriyumda Hareket (mm)</b>	33,81 ± 15,14	10,17 ± 5,78	33,22 ± 14,94	-6,04 ± 10,76	16,21 [8,89; 23,52]	<b>0,0001<sup>a</sup></b>
<b>PFIT</b>	5 ± 1,65	1,9 ± 1,29	4,45 ± 1,81	-0,27 ± 2,49	2,17 [0,33; 4,01]	<b>0,023<sup>a</sup></b>

MIB: Maksimal İnciriyatuar Basınç, cmH<sub>2</sub>O: santimetre su, mm: milimetre, PFIT: Yoğun Bakımda Fiziksel Fonksiyon Testi, X: ortalama, SS: Standart Sapma, CI: Güven Aralığı, <sup>a</sup>İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi, <sup>b</sup>Mann-Whitney U Testi

Çalışma ve kontrol grupları arasında MIB değerleri eğitim karşılaştırıldığında; çalışma grubunda  $18,33 \pm 4,54$  cmH<sub>2</sub>O, kontrol grubunda  $19,25 \pm 5,03$  cmH<sub>2</sub>O olarak bulundu ve gruplar arasında inspiratuvar kas gücü açısından anlamlı fark yoktu ( $p=0,644$ ). Taburculuk öncesi, MIB'in eğitim öncesine göre değişime bakıldığında çalışma grubunda  $19,08 \pm 7,97$  cmH<sub>2</sub>O artmışken; kontrol grubunda  $1,83 \pm 7,92$  cmH<sub>2</sub>O artmıştır ve grupların taburculuk öncesi MIB değişim değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). Çalışma grubu olgularının solunum kas gücü kontrol grubuna göre daha fazla artmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Diyafram kalınlıkları değerlendirilen olgulardan eğitim öncesi midklavikulardan ölçülen diyafram kalınlığı inspiyumda çalışma grubunda  $1,63 \pm 0,93$  mm, kontrol grubunda  $1,86 \pm 0,86$  mm ( $p=0,319$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $1,78 \pm 1,07$  mm, kontrol grubunda  $2,03 \pm 1,17$  mm ( $p=0,41$ ) olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu. Taburculuk öncesi midklavikulardan ölçülen diyafram kalınlığının eğitim öncesine göre değişimine bakıldığında; inspiyumda çalışma grubunda  $0,48 \pm 0,5$  mm, kontrol grubunda  $-0,38 \pm 0,69$  mm ( $p=0,002$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $0,43 \pm 0,46$  mm, kontrol grubunda  $-0,27 \pm 0,45$  mm ( $p=0,001$ ) değişim bulundu ve gruplar arasında anlamlı farklılık görülmüştür. Eğitim öncesi anterior aksillardan ölçülen diyafram kalınlığı inspiyumda çalışma grubunda  $1,73 \pm 0,7$  mm, kontrol grubunda  $2,19 \pm 1,17$  mm ( $p=0,41$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $1,84 \pm 0,78$ mm, kontrol grubunda  $2,38 \pm 1,44$  mm ( $p=0,514$ ) olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu. Taburculuk öncesi anterior aksillardan ölçülen diyafram kalınlığının eğitim öncesine göre değişimine bakıldığında; inspiyumda çalışma grubunda  $0,51 \pm 0,82$  mm ve kontrol grubunda  $-0,66 \pm 0,65$  mm ( $p=0,0001$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $0,45 \pm 0,79$  mm, kontrol grubunda  $-0,54 \pm 0,47$  mm değişim görüldü ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Midaksillardan ölçülen diyafram kalınlığı eğitim öncesi inspiyumda çalışma grubunda  $2,25 \pm 0,92$  mm, kontrol grubunda  $2,45 \pm 1,73$  mm ( $p=0,977$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $2,4 \pm 1,01$  mm, kontrol grubunda  $2,65 \pm 1,87$  mm ( $p=0,887$ ) olduğu görülmüştür ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Taburculuk öncesi midaksillardan ölçülen diyafram kalınlığının eğitim öncesine göre değişimi incelendiğinde; inspiyumda çalışma grubunda  $0,49 \pm 0,62$  mm, kontrol grubunda  $-0,74 \pm 1,18$  mm ( $p=0,001$ ); ekspiyumda çalışma grubunda  $0,48 \pm 0,56$  mm, kontrol grubunda  $-0,68 \pm 0,98$  mm ( $p=0,0001$ ) değişim bulundu ve gruplar arasında anlamlı farklılıklar mevcuttu. Diyafram hareketlilikleri değerlendirilen olgulardan eğitim öncesi normal inspiyumda ölçülen diyafram hareketliliği çalışma grubunda  $14,88 \pm 6,94$  mm, kontrol grubunda  $14,82 \pm 5,51$  mm ( $p=0,843$ ); derin inspiyumda ölçülen diyafram hareketliliği çalışma grubunda  $33,81 \pm 15,14$  mm, kontrol grubunda  $33,22 \pm 14,94$  mm ( $p=0,924$ ) olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark yoktu. Taburculuk öncesi

diyafram hareketliliğinin eğitim öncesine göre değişimleri incelendiğinde; normal inspiyumda ölçülen diyafram hareketliliği çalışma grubunda  $4,18 \pm 5,15$  mm, kontrol grubunda  $-2,78 \pm 4,75$  mm ( $p=0,002$ ); derin inspiyumda ölçülen diyafram hareketliliği çalışma grubunda  $10,17 \pm 5,78$  mm, kontrol grubunda  $-6,04 \pm 10,76$  mm ( $p=0,0001$ ) değişti ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu. Farklı bölgelerden ölçülen diyafram kalınlıkları eğitim öncesine göre çalışma grubunda hep artma gösterirken kontrol grubunda azalma göstermiştir. Normal ve derin inspiyumda incelenen diyafram hareketliliği de çalışma grubunda eğitim öncesine göre artarken kontrol grubunda azalmalar göstermiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.20'de gösterilmiştir.

Eğitim öncesi ve taburculuk öncesi olguların PFIT skorları karşılaştırıldığında; eğitim öncesi çalışma grubunda  $5 \pm 1,65$  puan, kontrol grubunda  $4,45 \pm 1,81$  puan olarak bulunan PFIT skorları arasında anlamlı farklılık yokken ( $p=0,458$ ) taburculuk öncesinde eğitim öncesine göre çalışma grubunda  $1,9 \pm 1,29$  puan, kontrol grubunda  $-0,27 \pm 2,49$  puan değişim bulundu ve bu değişimler arasında anlamlı farklılık vardı ( $p=0,023$ ). Çalışma grubunun fiziksel fonksiyon düzeyi artmışken kontrol grubunu fiziksel fonksiyon düzeyi azalmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Çalışmaya dahil edilen olguların eğitim öncesi kullanılan ilaçları kaydedilmiştir. Kullanılan ilaçlar açısından çalışma ve kontrol grubu olguları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ve elde edilen veriler Tablo 4.21'de gösterilmiştir.

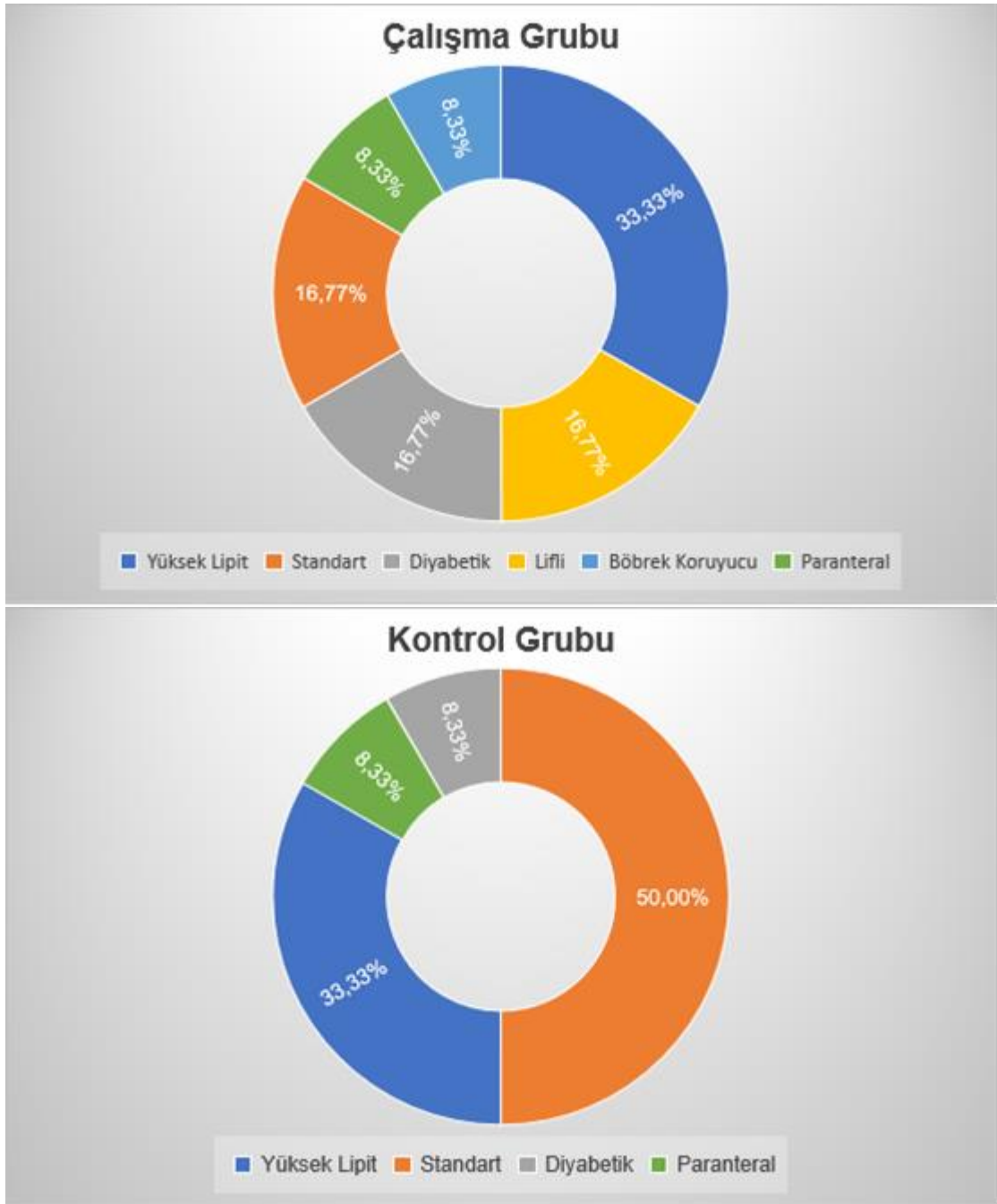
**Tablo 4.21** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Kullanılan İlaçlarının Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		p
	Var n(%)	Yok n(%)	Var n(%)	Yok n(%)	
<b>Nebül</b>	9(75)	3(25)	8(66,7)	4(33,3)	0,653 <sup>a</sup>
<b>Mukolitik</b>	10(83,3)	2(16,7)	8(66,7)	4(33,3)	0,346 <sup>a</sup>
<b>Bronkodilatör</b>	11(91,7)	1(8,3)	11(91,7)	1(8,3)	1 <sup>a</sup>
<b>Antiaritmik</b>	1(8,3)	11(91,7)	0	12(100)	0,307 <sup>a</sup>
<b>Beta Bloker</b>	2(16,7)	10(83,3)	4(33,3)	8(66,7)	0,346 <sup>a</sup>
<b>Ca Kanal Bloker</b>	2(16,7)	10(83,3)	4(33,3)	8(66,7)	0,346 <sup>a</sup>
<b>Norepinefrin</b>	2(18,7)	10(83,3)	3(25)	9(75)	0,615 <sup>a</sup>
<b>Digoksin</b>	1(8,3)	11(91,7)	1(8,3)	11(91,7)	1 <sup>a</sup>
<b>Antibiyotik</b>	10(83,3)	2(16,7)	10(83,3)	2(16,7)	1 <sup>a</sup>
<b>Antitrombotik</b>	7(58,3)	5(41,7)	11(91,7)	1(8,3)	0,59 <sup>a</sup>
<b>Kortikosteroid</b>	3(25)	7(75)	4(33,3)	8(66,7)	0,653 <sup>a</sup>
<b>Sedatif</b>	8(66,7)	4(33,3)	6(50)	6(50)	0,408 <sup>a</sup>
<b>Analjezik-Sedatif</b>	4(33,3)	8(66,7)	5(41,7)	7(58,3)	0,673 <sup>a</sup>
<b>Diüretik</b>	10(83,3)	2(16,7)	12(100)	0	0,140 <sup>a</sup>
<b>Proton Pompa İnhibitörü</b>	11(91,7)	1(8,3)	11(91,7)	1(8,3)	1 <sup>a</sup>
<b>Antidepresan-Anksiyete</b>	2(16,7)	10(83,3)	1(8,3)	11(91,7)	0,537 <sup>a</sup>
<b>Protein-Aminoasit</b>	2(16,7)	10(83,3)	1(8,3)	11(91,7)	0,537 <sup>a</sup>

Ca: Kalsiyum, n: Olgu Sayısı, %: Yüzde, <sup>a</sup>Ki-Kare Testi

Olguların beslenme türleri değerlendirildiğinde her iki grupta da sadece birer olguda parenteral beslenme mevcuttu ve diğer olgularda enteral beslenme vardı. Çalışma grubu olgularında beslenme türleri daha fazla değişkenlik göstermekle birlikte çalışma ve kontrol grubu olgularının beslenme türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,502). Elde edilen veriler Şekil 4.6'da gösterilmiştir.





**Şekil 4.6** Çalışma ve Kontrol Grubu Olgularının Beslenme Türleri

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada anestezi yoğun bakım ünitesinde takip edilen olgularda konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak uygulanan inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas gücü, tidal volüm, dakika ventilasyonu, diyafram kalınlığı diyafram hareketliliği ve fiziksel fonksiyon düzeyi üzerine olan etkilerini inceledik. Çalışmanın sonucunda yoğun bakım ünitesinde konvansiyonel göğüs fizyoterapisiyle birlikte inspiratuvar kas eğitimi uygulanan grupta sadece konvansiyonel göğüs fizyoterapisi uygulanan gruba göre inspiratuvar kas gücünün arttığı, tidal volümlerin ve dakika ventilasyonunun geliştiği, diyafram kalınlığında ve hareketliliğinde artış sağlandığı, fiziksel fonksiyon düzeyinin geliştiği ve ekstübasyon oranının yükselip, yoğun bakımda yatış süresinde azalma olduğu görüldü. Kontrol grubu olgularına uygulanan konvansiyonel göğüs fizyoterapisi sonucunda olguların inspiratuvar kas gücünde, tidal volüm ve dakika ventilasyonlarında ve fiziksel fonksiyon düzeylerinde anlamlı artış olmasa da anlamlı derece de azalmalar da görülmedi. Ancak uygulanan konvansiyonel göğüs fizyoterapisine rağmen olguların diyafram kalınlığı ve hareketliliğinde anlamlı azalmalar görülmüş olup, ekstübasyon oranlarının çalışma grubu olgularına göre anlamlı düzeyde az ve yoğun bakımda yatış sürelerinin çalışma grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür.

Son zamanlarda yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitiminin etkileriyle ilgili yapılan çalışmaların çoğu threshold inspiratuvar kas eğitim cihazıyla gerçekleştirilmiş olup çok az sayıda çalışma mekanik ventilatör tetik mekanizmasıyla inspiratuvar kas eğitimi gerçekleştirmiştir (Caruso vd 2005, Cader vd 2010, Martin vd 2011, Condessa vd 2013, Dixit ve Prakash 2014, Elbouhy vd 2014, Mohamed et al. 2014, Shimizu vd 2014, Ibrahiem vd 2015). Threshold inspiratuvar kas eğitim cihazı ayarlanabilir basınç direnci ve artışlar sağlayabildiği için daha etkili inspiratuvar kas eğitimi sağlar. Bizde bu çalışmada inspiratuvar kas eğitimi threshold kas eğitim cihazı ile gerçekleştirdik.

Çalışmaların çoğu inspiratuvar kas eğitimi başlangıç MIB değerinin %30'unda, mekanik ventilatör tetik sistemiyle inspiratuvar kas eğitimi yapan çalışmalar başlangıç MIB değerinin %20'sinde, bir çalışma da olguların tolere edebildiği en yüksek basınç değerinde, başka bir çalışma da başlangıç MIB değerinin %50'sinde ve bir çalışmada

da başlangıç MIB değerinin %40'ı ile başlatmıştır ve olguların tolerasyonuna göre basınç değerleri günde ya başlangıç MIB değerinin %10'u kadar ya da 2 cmH<sub>2</sub>O arttırılmıştır. Bu çalışmaların çoğunda günde 2 seans inspiratuvar kas eğitimi uygulanmış olup haftada 7 gün eğitim gerçekleştirilmiştir ancak çalışmalarda ya hastalarda ekstübasyon gerçekleşene kadar ya da 7 gün boyunca bu eğitimi uygulamışlardır ve sonuç ölçümü olarak MIB, ekstübasyon süresi, ekstübasyon başarısı, yoğun bakımda kalış süresini incelemiştir (Caruso vd 2005, Cader vd 2010, Martin vd 2011, Condessa vd 2013, Dixit ve Prakash 2014, Elbouhy vd 2014, Mohamed et al. 2014, Shimizu vd 2014, Ibrahiem vd 2015). Çalışmamızda inspiratuvar kas eğitimi başlangıç MIB değerinin %30'unda başlattık ve olguların tolerasyonuna göre günde 2 cmH<sub>2</sub>O basınç artışı ile günde 2 seans haftada 5 gün olgular taburcu olana kadar ya da eğitimin 21. gününe kadar gerçekleştirdik, sonuç ölçümü olarak literatür ile benzer şekilde MIB, ekstübasyon süresi, ekstübasyon başarısı, yoğun bakımda kalış süresini inceledik.

Yapılan çalışmalarda inspiratuvar kas eğitim sonrası MIB değerlerinde anlamlı artışlar, ekstübasyon oranında anlamlı artışlar ve yoğun bakımda yatış süresinde anlamlı azalmalar bildirilmiştir (Caruso vd 2005, Cader vd 2010, Martin vd 2011, Condessa vd 2013, Dixit ve Prakash 2014, Elbouhy vd 2014, Mohamed et al. 2014, Shimizu vd 2014, Ibrahiem vd 2015). Literatürdekine benzer olarak bizim çalışmamızda da kontrol grubuna göre MIB değerlerinde, ekstübasyon oranlarında anlamlı artışlar ve yoğun bakımda yatış süresinde anlamlı azalmalar meydana gelmiştir.

Caruso ve ark. (2005) yaptığı bir çalışmada inspiratuvar kas eğitiminin MIB'i iyileştirmede etkili olmadığını bulmuştur. Bu çalışmada ventilasyon uygulanan hastalarda inspiratuvar basınç tetikleyicisinin ventilatör üzerindeki artışının inspiratuvar kaslara eşik basıncı aşırı yüklenmesinin etkisi incelenmiştir. Ventilatör basınç tetikleyicisi hastanın MIB değerinin %10-40'ına ayarlanmış, eğitim her gün 5-30 dk boyunca aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak çalışma grubunda MIB değerleri artmamış ve mekanik ventilasyon desteğinin süresi kısalmamıştır. Ventilatörün tetik basıncına ulaştıktan sonra olgular tam basınç desteği aldığından, diyafram plastisitesini teşvik etmek için inspiratuvar kaslara tam anlamıyla yüklenme yapılamadığı düşünülmüştür (Martin vd 2013).

Yapılan çalışmalarda olguların ekstübasyon süreleri incelenmiş ve çalışma gruplarında kontrol grubuna göre daha kısa sürede ekstübasyon gerçekleşse bile bu süre anlamlı bulunmamıştır. Bu çalışmada da ekstübasyon süresi çalışma grubunda kontrol grubuna göre daha kısa sürede gerçekleşse de gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiş olup literatürle benzerdir ( $p>0,05$ ) (Caruso vd 2005, Cader vd 2010, Martin vd 2011, Condessa vd 2013, Dixit ve Prakash 2014, Elbouhy vd 2014, Mohamed vd

2014, Shimizu vd 2014, Ibrahiem vd 2015).

Çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak inspiratuvar kas eğitimi sonrası tidal volümleri ve dakika ventilasyonunu da inceledik. Condessa ve arkadaşları (2013) inspiratuvar kas eğitimi sonrası ekstübasyon süresi, inspiratuvar kas gücü ve tidal volüme de bakmıştır. Bu çalışma tidal volümleri inspiratuvar ve ekspiratuvar olarak ayrı ayrı vermese de çalışma grubunda inspiratuvar kas eğitimi sonrası tidal volümde anlamlı artış bulmuştur. Yaptığımız çalışmada da çalışma grubu olgularının hem inspiratuvar hem de ekspiratuvar tidal volümleri ve dakika ventilasyonları anlamlı derecede artmıştır ancak kontrol grubu olgularının inspiratuvar ve ekspiratuvar tidal volümleri ve dakika ventilasyonları azalmıştır ancak azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir ve gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Belirli bir basınç direncine karşı gerçekleştirilen inspiratuvar kas eğitimi solunum kaslarına konvansiyonel göğüs fizyoterapisine göre daha etkili bir iş yükü sağlayacağı için artmış solunum kas gücü ile daha büyük tidal volümlerin oluşturulması sağlanabilir. Condessa ve ark (2013) yaptıkları çalışmada yeterli tidal volümün ekstübasyon başarısında önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da çalışma grubu olgularının artmış tidal volümleri başarılı ekstübasyon sebeplerinden biri olabilir.

Şu ana kadar literatür incelemelerimize göre mekanik ventilatöre bağlı yoğun bakım hastalarında 'inspiratuvar kas eğitimi sonrası' ultrason ile diyafram kalınlığını ve hareketliliğini inceleyen ilk çalışma bizim çalışmamızdır. Çalışmamızda inspiratuvar kas eğitimi sonrası diyafram kalınlığı ve hareketliliğini birincil sonuç ölçümü olarak inceledik. Yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağlı hastalarda ultrason değerlendirmeleriyle ilgili yapılan çalışmalar diyafram kalınlığı ve hareketliliğini incelemiştir. Bu çalışmalar; olgulara hiçbir uygulama yapmadan mekanik ventilasyon süresiyle diyafram kalınlığı arasındaki ilişkiyi, ekstübasyon başarısını ve diyafram disfonksiyonunu ultrason ölçümleriyle belirlemeyi sonuç ölçümleri olarak sunmuştur (Jiang vd 2004, Kim et al. 2011, Grosu vd 2012, Cartwright vd 2013, Dinino vd 2014, Valette vd 2015). Çalışmamızda çalışma grubunu kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda çalışma grubu olgularımızın diyafram kalınlığı ve hareketliliğinde anlamlı artış gözlemledik. Inspiratuvar kas eğitimi belirli bir basınç değerine karşı spontan solunumla efor gerektiren bir iştir. Bu iş sonucu inspiratuvar kas gücü artışları hep incelenmiştir ancak diyaframın spesifik bir değerlendirmesi yapılmamıştır. Çalışmamızda inspiratuvar kas eğitimi ile ultrason ölçümleri sonucu diyafram kalınlığında artış ve diyafram hareketliliğinde artış olduğu gözlenmiştir. Çalışma grubu olgularında artan bu diyafram kalınlığı ve hareketliliği; inspiratuvar kas gücü artışıyla diyaframda da değişiklikler olduğunu göstermiştir. Ayrıca diyafram kalınlığı ve hareketliliğinin ekstübasyon başarısını etkilediğini gösteren çalışmalara paralel olarak bizim çalışmamızda da

kontrol grubuna kıyasla çalışma grubu olgularının diyafram kalınlığı ve hareketliliğinin artmasıyla birlikte ekstübasyon oranı daha yüksek olmuştur ve yoğun bakımda yatış süreleri azalmıştır (Jiang vd 2004, Kim vd 2011, Dinino vd 2014, Ferrari vd 2014).

Yapılan çalışmalarda sağ midaksillar bölgeden incelenen diyafram kalınlığı sağlıklı bireylerde ekspiryumda ortalama 1,7 mm (Ueki vd 1995) ve 2,2 mm (Wait vd 1989) bulunmuştur. Çalışmamızda sağ midaksillar bölgeden ekspiryumda ölçülen diyafram kalınlığı her iki grubumuzdaki olgularda, yapılan çalışmalardaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ekspiryumda ölçülen diyafram kalınlığının önceki çalışmalardan farklı çıkmasının sebebi, olgular mekanik ventilatöre bağlı iken ölçümler gerçekleştirildiği için olabilir. Yine aynı çalışmada sağlıklı bireylerde derin inspiryumda sağ midaksillar bölgeden ölçülen diyafram kalınlığı ortalama 4,5 mm olarak bulunmuştur (Ueki vd 1995). Çalışmamızdaki olguların inspiryumda sağ midaksillar bölgeden ölçülen diyafram kalınlığında çalışma grubunda anlamlı fark oluşturacak kadar gelişme elde edilmiştir ancak her iki gruptaki olguların diyafram kalınlıklarının yukarıda belirtilen çalışmaya göre düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızda olgular mekanik ventilatöre bağlı iken gerçekleştirilen diyafram kalınlığı ölçümü mekanik ventilatör CPAP moduna alındığı için olguların inspiryumda aktif katılımının diyafram kalınlığını direk etkilediğini düşünmekteyiz.

Normal spirometrik ölçümlere sahip olgularda diyafram hareketliliğini inceleyen bir çalışmada diyaframın normal inspiryuma yakın kabul edebileceğimiz volunter sniff esnasındaki hareketi ortalama  $28 \pm 6$  mm, derin inspiryumda ise  $66 \pm 13$  mm olarak bulunmuştur (Boussuges vd 2019). Biz çalışmamızda normal ve derin inspiryumda diyafram hareketliliğini ölçerken olguları mekanik ventilatörden ayırdık. Ancak çalışmamıza dahil ettiğimiz olgular başlangıçta belirli bir süre mekanik ventilasyon desteği aldığı için çalışma ve kontrol grubu olarak her iki grupta da normal inspiryumda ve derin inspiryumda diyafram hareketliliği, sağlıklı olgulara göre düşük değerlerde kalmıştır. Yine de çalışma grubunda IKE ile normal inspiryumda ve derin inspiryumdaki diyafram hareketliliğinde anlamlı artışlar elde edilmiştir. Kontrol grubunda ise normal inspiryumda ve derin inspiryumda diyafram hareketliliğinde anlamlı azalmalar meydana gelmiştir.

Yapılan bir çalışmada postoperatif hastaların yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağlı oldukları dönemdeki diyafram kalınlığı ve hareketliliği ile solunum eforu arasındaki ilişki incelenmiştir. Sonuç olarak diyafram kalınlığı ile solunum eforu arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Ancak diyafram hareketliliğinin diyaframın kasılma aktivitesini kantitatif olarak değerlendirmede kullanılamayacağını belirtmişlerdir (Umbrello vd 2015). Yapılan bu çalışmada diyafram hareketliliği mekanik ventilatör basınç desteği modunda iken incelendiği için diyaframın aktif hareketi net olarak

değerlendirilememiştir. Biz bu çalışmada diyafram hareketliliğini değerlendirirken olguyu mekanik ventilatörden ayırdık, normal inspiyum ve derin inspiyum yaptırarak. Herhangi bir basınç desteği olmadığı için aktif diyafram hareketliliğini daha objektif ölçtüğümüzü düşünmekteyiz. Artmış olan diyafram kalınlığı ve hareketliliği, olgularımızın artan tidal volümleri ve dakika ventilasyonlarında önemli bir diğer faktör olabilir.

Yoğun bakımda erken rehabilitasyona artan ilgiyle birlikte hastaların gücünde ve fonksiyonel sonuçlarında değişimi ölçmek için hassas ve uygun yöntemler geliştirme zorunluğu ortaya çıkmıştır. Ancak egzersiz programlarının etkilerini değerlendirmek için farklı hasta popülasyonlarında kullanılan 6 Dakika Yürüme Testi ve Zamanlı Kalk Yürü Testi gibi testlerin yoğun bakım ortamında kullanımı pratik değildir. Bu nedenle yoğun bakımdaki hastaların rehabilitasyon programından elde ettiği fonksiyonel kazanımları değerlendirmek için sınırlı sayıda test yöntemleri geliştirilmiştir. Bu test yöntemlerinden biri yoğun bakımda fiziksel fonksiyon (PFIT) test bataryasıdır. Skinner (2009) ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu test bataryası 5 komponentten oluşmaktadır. Bu 5 komponentten oluşan PFIT test bataryasının her test bileşeni ayrı ayrı rapor edildiği için düşük klinik faydaya sahip olduğu tespit edilmiş ve Denehy (2011) ve arkadaşları tarafından 4 komponentten ve ordinal puanlama sisteminden oluşan yeni PFIT test bataryası geliştirilmiştir. Yeni PFIT test bataryası; 6 dakika yürüme testi, zamanlı kalk yürü testi ve Medical Research Council (MRC) ile orta düzey korelasyon göstermiştir (Denehy vd 2011, 2013). Yapılan bir çalışmada yeni PFIT test bataryasının yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon gerektiren ve uyanık, komutları yerine getirebilen ve katılım için yeterli güce sahip olan bireyler için uygulanabilir ve geçerli bir fonksiyon ölçüm yöntemi olduğu tespit edilmiştir (Nordon-Craft vd 2014). Çalışmamızda PFIT değerlendirmesi ile olguların eğitim öncesi ve taburculuk öncesi fonksiyonel seviyeleri incelenmiştir. Enduransı, gücü, fonksiyonel seviyeyi değerlendiren PFIT skorlarına göre çalışma grubu olgularının taburculuk öncesi fiziksel fonksiyon düzeyinde anlamlı artışlar meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ). İspiratuvar kas eğitimi uygulanan bu olgularda PFIT değerlendirmesiyle fonksiyonel kapasitede artış sağlanmıştır. Kontrol grubu olgularında ise konvansiyonel göğüs fizyoterapisi ile eğitim öncesi fiziksel fonksiyon düzeyi korunmuştur. İspiratuvar kas eğitimi olguların solunum kas gücünü, tidal volümlerini, diyafram kalınlığını ve diyafram hareketliliğini arttırdığı için olguların egzersiz kapasitelerinin arttığını ve bu artış sayesinde çalışma grubu olgularında fiziksel fonksiyon düzeyinin daha yüksek olduğunu düşünmekteyiz. Kontrol grubunda ise hasta mobilizasyonunu ve eklem hareket açıklığını içeren konvansiyonel göğüs fizyoterapisiyle fiziksel fonksiyon düzeyinin korunduğu düşüncesindeyiz. Mekanik ventilatöre bağlı olgularda solunum egzersizlerine ek olarak üst ve alt ekstremitelere

güçlendirme egzersizlerini ve hasta mobilizasyonunu içeren bir çalışmada olguların fiziksel fonksiyon düzeyleri Barthel İndeksi ve Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği ile değerlendirilmiş ve üst ve alt ekstremitelerde güçlendirme egzersizlerinin solunum kas gücünü arttırdığı, ventilatörden ayrı kalınan süreyi uzattığı ve hastaların mobilizasyonunu arttırdığı bulunmuştur. Solunum kas gücü artan ve mobilizasyonu artan çalışma grubu olgularının fiziksel fonksiyon düzeylerinin de daha yüksek olduğu bulunmuştur (Chiang vd 2006). Yaptığımız çalışmada da solunum kas gücü artan ve ekstübasyon oranı daha yüksek olan çalışma grubu olgularının fiziksel fonksiyon düzeyleri artmıştır.

Mekanik ventilatöre bağlı olgularda inspiratuvar kas eğitiminin ekstübasyon oranı ve hastanede kalış süresini inceleyen çalışmalarda çalışma grubu olgularında daha yüksek oranda ekstübasyon gerçekleştiği ve bu olguların yoğun bakım yatış sürelerinin anlamlı derecede daha kısa olduğu tespit edilmiştir (Cader vd 2010, Martin vd 2011, Condessa vd 2013, Elbouhy vd 2014, Mohamed vd 2014). Literatürle paralel olarak bizim çalışmamızda da konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak uygulanan inspiratuvar kas eğitimi ile çalışma grubu olgularında kontrol grubu olgularına göre anlamlı derecede yüksek ekstübasyon oranı olduğu ve hastanede kalış süresinde anlamlı derecede azalmalar olduğu saptanmıştır. İspiratuvar kas eğitimi inspiratuvar kas gücünü ve solunum fonksiyonunu geliştirir (Patsaki vd 2013). Yapılan çalışmalarda artmış inspiratuvar kas gücü ekstübasyon başarısıyla ilişkili bulunmuştur (Carlucci vd 2009, Nemer vd 2009). Diyafram kalınlığını inceleyen bir çalışmada diyaframdaki atrofi oranıyla ventilatör desteği arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur (Zambon vd 2017). Başka bir çalışmada ise ekstübasyon başarısını belirleyen diyafram disfonksiyonu diyaframın hareketiyle ilişkilendirilmiştir (Kim vd 2011). Çalışmamızda da çalışma grubuna uygulanan IKE sonrası inspiratuvar kas gücünde, diyafram kalınlığında ve diyafram hareketliliğinde artışlar elde edilmiştir ve bu artışlar çalışma grubunda artmış ekstübasyon oranı sağlamıştır. Çalışma grubunda elde edilen artmış inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı ve diyafram hareketliliği ekstübasyon oranını arttırmakla birlikte olguların yoğun bakımdan daha erken taburcu olmasını sağlamıştır.

Mekanik ventilatöre bağlı yoğun bakım hastalarında inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas gücü ve diyafram kalınlığı üzerine olan etkilerini incelediğimiz çalışmamızın güçlü yanları; yoğun bakımda inspiratuvar kas eğitimiyle ilgili çok çalışma bulunmaması nedeniyle literatüre katkı sağlaması, var olan çalışmaların hepsi ya ekstübasyon gerçekleşene kadar ya da 7 gün boyunca inspiratuvar kas eğitimi verdiği için taburculuk dönemine kadar eğitim uygulayan tek çalışma olması, inspiratuvar kas eğitimi sonrası inspiratuvar kas gücü dışında ultrasonla diyafram kalınlığı ve hareketliliği inceleyen tek çalışma olması, ikincil ölçüm olarak inspiratuvar ve ekspiratuvar tidal

volüm ve dakika ventilasyonu sonuçları veren tek çalışma olması, randomize kontrollü bir çalışma olmasıdır.

Çalışmamızın zayıf yönleri ise; herhangi bir uygulamanın yapılmadığı bir grubun olmaması, çalışmaya alınan olguların tanı bakımından çeşitlilik göstermesi ve maksimal ekspiratuvar basınç gücünün değerlendirilememesi ve taburculuk sonrası takip yapılmamış olmasıdır.

Sonuç olarak bu çalışmamızla, mekanik ventilatöre bağlı yoğun bakım hastalarında konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak haftada 5 gün günde 2 seans uygulanan inspiratuvar kas eğitimi sadece konvansiyonel göğüs fizyoterapisiyle karşılaştırıldığında;

- inspiratuvar kas gücü, diyafram kalınlığı ve hareketliliğinin artırılmasında,
- inspiratuvar-ekspiratuvar tidal volümlerin ve dakika ventilasyonların geliştirilmesinde,
- ekstübasyon oranının artırılmasında,
- hastanede kalış süresinin azaltılmasında ve
- fiziksel fonksiyon düzeyinin geliştirilmesinde daha etkili olduğu gösterilmiştir.

Çalışmamızın başında kurduğumuz mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas gücünü ve diyafram kalınlığını konvansiyonel fizyoterapiye göre daha çok geliştireceği ve mekanik ventilatöre bağlı hastalarda inspiratuvar kas eğitiminin konvansiyonel fizyoterapiye göre olguların fiziksel fonksiyon düzeyini daha çok arttıracacağı ve olguların yoğun bakımda yatış süresini kısaltacağı hipotezleri doğrulanmıştır. Hipotezde bahsedilen inspiratuvar kas eğitimi ekstübasyon süresini kısaltmada etkili olmasada ekstübasyon oranında artış sağlamıştır.



## 6. SONUÇ

Mekanik ventilatöre bağlı olguların solunum kas gücündeki azalma MIB değerleriyle ortaya koyulduğu gibi sağlıklı olgularla karşılaştırıldığında diyafram kalınlığı ve hareketliliğindeki azalmalar da ortaya koyulmuştur. Literatürde zaten diyafram kalınlığı ve hareketliliği değişimleriyle ilgili değerlendirme çalışmaları mevcuttur. Ancak bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak IKE öncesi ve sonrası MIB değerlerini, diyafram kalınlığını, diyafram hareketliliğini ve fiziksel fonksiyon düzeyini karşılaştırdık. Bu çalışma ile mekanik ventilatöre bağlı olgulara konvansiyonel göğüs fizyoterapisine ek olarak uygulanan IKE'nin diyafram kalınlığını ve hareketliliğini anlamlı derecede değiştirebileceği gösterilerek literatüre katkı sağlanmıştır ve mekanik ventilatöre bağlı olgularda IKE'nin diyafram kası üzerindeki etkileri yapılan ultrason ölçüleriyle radyolojik olarak gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre pulmoner rehabilitasyonda pek çok alanda kullanılan solunum kas eğitiminin mekanik ventilatördeki olgularda uygulanmasının, olguların ekstübasyonunu kolaylaştıracadı, fiziksel fonksiyonlarını olumlu etkileyeceği, yoğun bakımda kalış süresini kısaltacadı ve mekanik ventilatöre bağlı diyafram zayıflamasının ve diyafram hareketinin azalmasının önüne geçileceği bulunmuş olup bu alanda çalışan meslektaşlarımıza yoğun bakımda mekanik ventilatöre bağlı olgularda solunum kas eğitimini kullanmalarını öneriyoruz.

## 7. KAYNAKLAR

Abelson H and Brewer K. Inspiratory muscle training in the mechanically ventilated patient. *Physiother Canada* 1987; 39(5): 305-307.

Aldrich TK and Karpel JP. Inspiratory muscle resistive training in respiratory failure. **Am Rev Respir Dis** 1985; 131(3): 461–462.

Aldrich TK, Karpel JP, Uhrlass RM, Sparapani MA, Eramo D, Ferranti R. Weaning from mechanical ventilation: Adjunctive use of inspiratory muscle resistive training. **Crit Care Med** 1989; 17(2): 143–147.

Aldrich TK and Uhrlass RM. Weaning from mechanical ventilation: Successful use of modified inspiratory resistive training in muscular dystrophy. **Crit Care Med** 1987; 15(3): 247–249.

Anraku M and Shargall Y. Surgical Conditions of the Diaphragm: Anatomy and Physiology. **Thorac Surg Clin** 2009; 19(4): 419–429.

Ayyıldız Çınar S. Yoğun Bakım Hastalarına Uygulanan Üst Ekstremitte Eğitiminin Kardiyopulmoner Yanıtlar ve Fonksiyonel Düzey Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü** Ankara, 2018, s.103.

Bailey P, Thomsen GE, Spuhler VJ, Blair R, Jewkes J, Bezdjian L, Veale K, Rodriguez L, Hopkins RO. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. **Crit Care Med** 2007; 35(1): 139–145.

Bateman JRM, Newman SP, Daunt KM, Sheahan NF, Pavia D, Clarke SW. Is cough as effective as chest physiotherapy in the removal of excessive tracheobronchial secretions? **Thorax** 1981; 36(9): 683–687.

Belman MJ. Respiratory failure treated by ventilatory muscle training VMT. A report of two cases. **Eur J Respir Dis** 1981; 62(6): 391–395.

Bissett B and Leditschke IA. Inspiratory muscle training to enhance weaning from mechanical ventilation. **Anaesth Intensive Care** 2007; 35(5): 776–779.

Bissett B, Leditschke AI, Green M. Specific inspiratory muscle training is safe in selected patients who are ventilator-dependent: A case series. **Intensive Crit Care Nurs** 2012; 28(2): 98–104.

Bisset B, Leditschke AI, Green M, Marzano V, Collins S, Van Haren F. Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians. **Australian Crit Care** 2019; 32(3): 249-255.

Bloomfield SA. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. **Med Sci Sports Exerc** 1997; 29(2): 197–206.

Bonnevie T, Villiot-Danger JC, Gravier FE, Dupuis J, Prieur G, Médrinal C. Inspiratory muscle training is used in some intensive care units, but many training methods have uncertain efficacy: A survey of French physiotherapists. **J Physiother** 2015; 61(4): 204–209.

Botz GH and Sladen RN. Conventional modes of mechanical ventilation. *Int Anesthesiol Clin* 1997; 35(1): 19–27.

Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography: methods, reproducibility and normal values. *Chest* 2019; 135(2): 391–400.

Brochard L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139(2): 513–521.

Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Leurgans S, Shah RC, Bennett DA. Respiratory muscle strength predicts decline in mobility in older persons. *Neuroepidemiology* 2008; 31(3): 174–180.

Cader SA, de Souza Vale RG, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, Cabrera WE, Dantas EHM. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: A randomised trial. *J Physiother* 2010; 56(3): 171–177.

Cader SA, Vale RG de S, Zamora VE, Costa CH, Dantas EHM. Extubation process in bed-ridden elderly intensive care patients receiving inspiratory muscle training: A randomized clinical trial. *Clin Interv Aging* 2012; 7: 437–443.

Carlucci A, Ceriana P, Prinianakis G, Fanfulla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Crit Care* 2009; 13: R97.

Cartwright MS, Kwayisi G, Griffin LP, Sarwal A, Walker FO, Harris JM, Berry MJ, Chahal PS, Morris PE. Quantitative neuromuscular ultrasound in the intensive care unit. *Muscle and Nerve* 2013; 47(2): 255–259.

Caruso P, Denari SDC, Ruiz SAL, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, Deheinzelin D. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (Sao Paulo)* 2005; 60(6): 479–484.

Casaburi R. Deconditioning. In: Pulmonary rehabilitation-lung biology in health and disease series. Ed. Fishman AP, *New York: Marcel Dekker* 1996; s.213–230.

Chang AT, Boots RJ, Brown MG, Paratz J, Hodges PW. Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. *Chest* 2005; 128(2): 553–559.

Chiang LL, Wang Y, Wu CP, Wu HD, Wu YT. Effects of Physical Training on Functional Status in Patients With Prolonged Mechanical Ventilation. *Physical Therapy* 2006; 86(9): 1271–1281.

Choi JY, Tasota FJ, Hoffman LA. Mobility interventions to improve outcomes in patients undergoing prolonged mechanical ventilation: A review of the literature. *Biol Res Nurs* 2008; 10(1): 21–33.

Ciesla N, Klemic N, Imle PC. Chest physical therapy to the patient with multiple trauma. Two case studies. *Phys Ther* 1981; 61(2): 202–5.

Ciesla N. Postural drainage, positioning, breathing exercises. In: Mackenzie CF, ed. Chest Physiotherapy in the Intensive Care Unit. *Baltimore, Md: Williams & Wilkins* 1989; s.97-99.

Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther* 1996; 76(6): 609–625.

Clauss RH, Scalabrini BY, Ray JF, Reed GE. Effects of changing body position upon improved ventilation-perfusion relationships. *Circulation* 1968; 37(4 Suppl): 214-217.

Clini E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med* 2005; 99(9): 1096–1104.

Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: A randomised trial. *J Physiother* 2013; 59(2): 101–107.

Cox CE, Carson SS, Govert JA, Chelluri L, Sanders GD. An economic evaluation of prolonged mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2007; 35(8): 1918–1927.

Coyle EF, Martin WH, Bloomfield SA, Lowry OH, Holloszy JO. Effects of detraining on responses to submaximal exercise. *J Appl Physiol* 1985; 59(3): 853–859.

Criswell DS, Shanely RA, Betters JJ, McKenzie MJ, Sellman JE, Van Gammeren DL, Powers SK. Cumulative Effects of Aging and Mechanical Ventilation on In Vitro Diaphragm Function. *Chest* 2003; 124(6): 2302–2308.

Daniel Martin A, Smith BK, Gabrielli A. Mechanical ventilation, diaphragm weakness and weaning: A rehabilitation perspective. *Respir Physiol Neurobiol* 2013. p. 377–83.

Dean E and Dean E. Oxygen Transport: A Physiologically-based Conceptual Framework for the Practice of Cardiopulmonary Physiotherapy. *Physiother (United Kingdom)* 1994; 80(6): 347–354.

Denehy L. The use of manual hyperinflation in airway clearance. *Eur Respir J* 1999; 14(4): 958-965.

Denehy L, de Morton NA, Skinner EH, Edbrooke L, Haines K, Warrillow S, Berney S. A Physical Function Test for Use in the Intensive Care Unit: Validity, Responsiveness, and Predictive Utility of the Physical Function ICU Test (Scored). *Phys Ther* 2013; 93(13):

1636-1645.

Denehy L, Skinner E, Berney S, Edbrooke L, Haines K, Warrillow S, Gordon I. A New Physical Function Test For Use In The Icu: Validity And Responsiveness Of The Pfits. ***Am J Respir Crit Care Med*** 2011; 183: A2644.

DeRuisseau KC, Shanely RA, Akunuri N, Hamilton MT, Van Gammeren D, Zergeroglu AM, McKenzie M, Powers SK. Diaphragm unloading via controlled mechanical ventilation alters the gene expression profile. ***Am J Respir Crit Care Med*** 2005; 172(10): 1267–1275.

Dinino E, Gartman EJ, Sethi JM, McCool FD. Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. ***Thorax*** 2014; 69(5): 431-435.

Dixit A and Prakash S. Effects Of Threshold Inspiratory Muscle Training Versus Conventional Physiotherapy On The Weaning Period Of Mechanically Ventilated Patients: A Comparative Study. ***Int J Physiother Res*** 2014; 2(2): 424-428.

Edwin Langbein W, Maloney C, Kandare F, Stani U, Nemchausky B, Jaeger RJ. Pulmonary function testing in spinal cord injury: Effects of abdominal muscle stimulation. ***J Rehabil Res Dev*** 2001; 38(5): 591–597.

Elbouhy MS, AbdelHalim HA, Hashem AMA. Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated COPD patients. ***Egypt J Chest Dis Tuberc*** 2014; 63(3): 679-687.

Elkins M, Dentice R. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: A systematic review. ***J Physiother*** 2015; 61(3): 125–134.

Engel HJ, Tatebe S, Alonzo PB, Mustille RL, Rivera MJ. Physical Therapist-Established Intensive Care Unit Early Mobilization Program: Quality Improvement Project for Critical Care at the University of California San Francisco Medical Center. ***Phys Ther*** 2013; 93(7): 975–985.

Epstein SK. Weaning from ventilatory support. ***Curr Opin Crit Care*** 2009; 15(1): 36–43.

Esteban A, Anzueto A, Alía I, Gordo F, Apezteguía C, Pálizas F, Cide D, Goldwaser R, Soto L, Bugedo G, Rodrigo C, Pimentel J, Raimondi G, Tobin MJ. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. ***Am J Respir Crit Care Med*** 2000; 161(5): 1450–1458.

Ferrari G, De Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprà F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. ***Crit Ultrasound J*** 2014; 6(1): 8.

Fink JB. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. ***Respir Care*** 2007; 52(9): 1210-1221.

Gainnier M, Michelet P, Thirion X, Arnal JM, Sainty JM, Papazian L. Prone position and positive end-expiratory pressure in acute respiratory distress syndrome. **Crit Care Med** 2003; 31(12): 2719–2726.

Gallon A. Evaluation of chest percussion in the treatment of patients with copious sputum production. **Respir Med** 1991; 85(1): 45–51.

Garzon-Serrano J, Ryan C, Waak K, Hirschberg R, Tully S, Bittner EA, Chipman DW, Schmidt U, Kasotakis G, Benjamin J, Zafonte R, Eikermann M. Early mobilization in critically ill patients: Patients' mobilization level depends on health care provider's profession. **PM R** 2011; 3(4): 307-313.

Gayan-Ramirez G, De Paepe K, Cadot P, Decramer M. Detrimental effects of short-term mechanical ventilation on diaphragm function and IGF-I mRNA in rats. **Intensive Care Med** 2003; 29(5): 825-833.

Geddes EL, Reid WD, Crowe J, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. **Respir Med** 2005; 99(11): 1440–1458.

Geiger PC, Cody MJ, Macken RL, Sieck GC. Maximum specific force depends on myosin heavy chain content in rat diaphragm muscle fibers. **J Appl Physiol** 2000; 89(2): 695–703.

Gerovasili V, Routsis C, Vasileiadis I, Karatzanos E, Pitsolis T, Tripodaki ES, Markaki V, Zervakis D, Nanas S. Electrical Muscle Stimulation Prevents Critical Illness Polyneuromyopathy. A Randomized Intervention Trial. **Crit Care** 2010; 14(2): A5099.

Gething AD, Williams M, Davies B. Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: A placebo controlled trial. **Br J Sports Med** 2004; 38(6): 730–736.

Gilstrap D and Davies J. Patient-Ventilator Interactions. **Clin Chest Med** 2016; 37(4): 669–681.

Glaser RM. Functional neuromuscular stimulation exercise conditioning of spinal cord injured patients. **Int J Sports Med** 1994; 15(3): 142–148.

Gosselin N, Lambert K, Poulain M, Martin A, Prèfaut C, Varray A. Endurance training improves skeletal muscle electrical activity in active COPD patients. **Muscle and Nerve** 2003; 28(6): 744–753.

Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax** 1996; 51(6): 601–605.

Grosu HB, Lee YI, Lee J, Eden E, Eikermann M, Rose KM. Diaphragm muscle thinning in patients who are mechanically ventilated. **Chest** 2012; 142(6): 1455–1460.

Hainaut K and Duchateau J. Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Exercise. **Sport Med** 1992; 14(2): 100–113.

Hardy KA, Bach JR, Stoller JK, Hill NS, Make B, Celli BR, Leger P. A review of airway clearance: New techniques, indications, and recommendations. **Respir Care** 1994; 39(5): 440–455.

Hermans G, Agten A, Testelmans D, Decramer M, Gayan-Ramirez G. Increased duration of mechanical ventilation is associated with decreased diaphragmatic force: A prospective observational study. **Crit Care** 2010; 14(4): R127.

Hess DR and Kacmarek RM. Essential of Mechanical Ventilation. 1st ed. **New York: McGraw-Hill** 1996; s.416.

Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Cecins N, Shepherd KL, Green DJ, Hillman DR, Eastwood PR. High-intensity inspiratory muscle training in COPD. **Eur Respir J** 2006; 27(6): 1119–1128.

Hodgson C, Carroll S, Denehy L. A survey of manual hyperinflation in Australian hospitals. **Aust J Physiother** 1999; 45(3): 185–193.

Hodgson CL, Berney S, Harrold M, Saxena M, Bellomo R. Clinical review: Early patient mobilization in the ICU. **Crit Care** 2013; 17: 207.

Huang TT, Deoghare H V., Smith BK, Beaver TM, Baker H V., Mehinto AC, Martin AD. Gene expression changes in the human diaphragm after cardiothoracic surgery. **J Thorac Cardiovasc Surg** 2011; 142(5): 1214-1222.

Hussain SNA, Mofarrahi M, Sigala I, Kim HC, Vassilakopoulos T, Maltais F, Bellenis I, Chaturvedi R, Gottfried SB, Metrakos P, Danialou G, Matecki S, Jaber S, Petrof BJ, Goldberg P. Mechanical ventilation-induced diaphragm disuse in humans triggers autophagy. **Am J Respir Crit Care Med** 2010; 182(11): 1377–1386.

Ibanez J, Penafiel A, Raurich JM, Marse P, Jorda R, Mata F. Gastroesophageal reflux in intubated patients receiving enteral nutrition: Effect of supine and semirecumbent positions. **J Parenter Enter Nutr** 1992; 16(5): 419–422.

Ibrahiem A, Mohamed A, Egypt H. Effect Of Respiratory Muscles Training In Addition To Standard Chest Physiotherapy On Mechanically Ventilated Patients. **J Med Res Pract** 2015; 3(3): 52-58.

Imle PC and Klemic N. Changes with immobility and methods of mobilization. In: Mackenzie CF, ed. Chest Physiotherapy in the Intensive Care Unit. 2nd ed. **Baltimore, Md: Williams & Wilkins** 1989; s.188-214.

Imle PC. Percussion and vibration. In: Mackenzie CF, ed. Chest Physiotherapy in the Intensive Care Unit. 2nd ed. **Baltimore, Md: Williams & Wilkins** 1989; s.134-146.

Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, Bouyabrine H, Courouble P, Koechlin-Ramonatxo C, Sebbane M, Similowski T, Scheuermann V, Mebazaa A, Capdevila X, Mornet D, Mercier J, Lacampagne A, Philips A, Matecki S. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183(3): 364–371.

Jiang JR, Tsai TH, Jerng JS, Yu CJ, Wu HD, Yang PC. Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome. *Chest* 2004; 126(1): 189-185.

Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J Physiol* 1993; 460(1): 385–405.

Johnson MA, Sharpe GR, Brown PI. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *Eur J Appl Physiol* 2007; 101(6): 761–770.

Jolliet P, Bulpa P, Chevrolet JC. Effects of the prone position on gas exchange and hemodynamics in severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1998; 26(12): 1977–1985.

De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, Outin H, Sharshar T. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med* 2007; 35(9): 2007–2015.

Judson MA and Sahn SA. Mobilization of secretions in ICU patients. *Respir Care* 1994; 39(3): 213–226.

Kacmarek RM. Indications for ventilatory support. In: Raouf S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manual*. 1st ed. Philadelphia: Versa Press 1998; s.3.

Kacmarek RM. Types of ventilators. In: Raouf S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manual*. 1st ed. Philadelphia: Versa Press 1998; s.7-9.

Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(3): 505–511.

Kim WY, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2011; 39(12): 2627-2630.

King M. Rheological requirements for optimal clearance of secretions: ciliary transport versus cough. *Eur J Respir Dis Suppl* 1980; 110: 39-45.

King M, Phillips DM, Gross D, Vartian V, Chang HK, Zidulka A. Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128(3): 511–515.



Knisely AS, Leal SM, Singer DB. Abnormalities of diaphragmatic muscle in neonates with ventilated lungs. *J Pediatr* 1988; 113(6): 1074–1077.

Koch SM, Fogarty S, Signorino C, Parmley L, Mehlhorn U. Effect of passive range of motion on intracranial pressure in neurosurgical patients. *J Crit Care* 1996; 11(4): 176–179.

Koppers RJH, Vos PJE, Boot CRL, Folgering HTM. Exercise performance improves in patients with COPD due to respiratory muscle endurance training. *Chest* 2006; 129(4): 886–892.

Lake DA. Neuromuscular Electrical Stimulation: An Overview and its Application in the Treatment of Sports Injuries. *Sport Med* 1992; 13(5) 320–336.

Leith DE. Cough. *Phys Ther* 1968; 48(5): 439–447.

Leith DE. The development of cough. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131(5): 539–542.

Lessa TB, de Abreu DK, Bertassoli BM, Ambrósio CE. Diaphragm: A vital respiratory muscle in mammals. *Ann Anat* 2016; 205: 122-127.

Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, Zhu J, Sachdeva R, Sonnad S, Kaiser LR, Rubinstein NA, Powers SK, Shrager JB. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 2008; 358(13): 1327–1335.

Lieberman DA, Faulkner JA, Craig AB, Maxwell LC. Performance and histochemical composition of guinea pig and human diaphragm. *J Appl Physiol* 1973; 34(2): 233–237.

Macintyre NR. Patient-Ventilator Interactions: Optimizing Conventional Ventilation Modes. *Respir Care* 2011; 56(1): 73–81.

MacIntyre NR and Branson RD. Mechanical Ventilation 2nd Edition. *USA:Saunders Elsevier* 2009; s.528.

Mackenzie CF. Physiological changes following chest physiotherapy. Mackenzie CF, ed. Chest Physiotherapy in the Intensive Care Unit. 2nd ed. *Baltimore, Md: Williams & Wilkins* 1989; s.240-242.

Maillefert JF, Eicher JC, Walker P, Dulieu V, Rouhier-Marcet I, Branly F, Cohen M, Brunotte F, Wolf JE, Casillas JM, Didier JP. Effects of low-frequency electrical stimulation of quadriceps and calf muscles in patients with chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18(4): 277–282.

Martin AD, Davenport PD, Franceschi AC, Harman E. Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning: A series of 10 consecutive patients. *Chest* 2002; 122(1): 192–196.

Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, Layon AJ,

Banner MJ, Caruso LJ, Deoghare H, Huang TT, Gabrielli A. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: A randomized trial. **Crit Care** 2011; 15(2): R84.

Martinez FJ, Orens JB, Whyte RI, Graf L, Becker FS, Lynch 3rd JP. Lung mechanics and dyspnea after lung transplantation for chronic airflow obstruction. **Am J Respir Crit Care Med** 1996; 153(5): 1536–1543.

McClung JM, Kavazis AN, DeRuisseau KC, Falk DJ, Deering MA, Lee Y, Sugiura T, Powers SK. Caspase-3 regulation of diaphragm myonuclear domain during mechanical ventilation-induced atrophy. **Am J Respir Crit Care Med** 2007; 175(2): 150–159.

McConnell A. Implementing respiratory muscle training. Chapter 6 in: Respiratory Muscle Training: Theory and Practice. **Elsevier** 2013; s.149.

McConnell A. Methods of respiratory muscle training. Chapter 5 in: Respiratory Muscle Training: Theory and Practice. **Elsevier** 2013; s.135.

McConnell AK, Romer LM, Weiner P. Inspiratory muscle training in obstructive lung disease. **Breathe** 2005; 2(1): 38–49.

Mohamed AR, Hamdy MS, El Basiouny MS, Salem NM. Response of Mechanically Ventilated Respiratory Failure Patients to Respiratory Muscles Training. **Cairo Univ** 2014; 82(1): 19-24.

Moodie LH, Reeve JC, Elkins MR. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: A systematic review. **J Physiother** 2011; 57(4): 213–221.

Moodie LH, Reeve JC, Vermeulen N, Elkins MR. Inspiratory muscle training to facilitate weaning from mechanical ventilation: Protocol for a systematic review. **BMC Res Notes** 2011; 4: 283-289.

Moraine JJ, Brimiouille S, Kahn RJ. Effects of respiratory therapy on intracranial pressure. **J Crit Care** 1991; 6: 197-201.

Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, Ross A, Anderson L, Baker S, Sanchez M, Penley L, Howard A, Dixon L, Leach S, Small R, Hite RD, Haponik E. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. **Crit Care Med** 2008; 36(8): 2238–2243.

Morris PE, Griffin L, Berry M, Thompson C, Hite RD, Winkelman C, Hopkins RO, Ross A, Dixon L, Leach S, Haponik E. Receiving early mobility during an intensive care unit admission is a predictor of improved outcomes in acute respiratory failure. **Am J Med Sci** 2011; 341(5): 373–377.

Mossberg B and Camner P. Mucociliary transport and cough as clearance mechanisms in obstructive lung disease. **Eur J Respir Dis Suppl** 1980; 111: 18–20.

Mure M, Martling CR, Lindahl SGE. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med* 1997; 25(9): 1539–1544.

Needham D and Korupolu R. Rehabilitation quality improvement in an intensive care unit setting: Implementation of a quality improvement model. *Top Stroke Rehabil* 2010; 17(4): 271–281.

Needham DM, Korupolu R, Zanni JM, Pradhan P, Colantuoni E, Palmer JB, Brower RG, Fan E. Early Physical Medicine and Rehabilitation for Patients With Acute Respiratory Failure: A Quality Improvement Project. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91(4): 536–542.

Nemer SN, Barbars CSV, Calderia JB, Carias TC, Santos RG, Almeida LC, Azeredo LM, Noe RA, Guimaraes BS, Souza PC. A new integrative weaning index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Care* 2009; 13(5): R152.

Nordon-Craft A, Schenkman M, Edbrooke L, Malone DJ, Moss M, Denehy L. The Physical Function Intensive Care Test: Implementation in Survivors of Critical Illness. *Physical Therapy* 2014; 94(10): 1499-1507.

Pacia EB and Aldrich TK. Assessment of diaphragm function. *Chest Surg Clin N Am* 1998; 8(2): 225–236.

Patsaki I, papadopoulos E, Sidiras G, Christakou A, Kouvarakos A, Markaki V. The Effectiveness of Inspiratory Muscle Training in Weaning Critically Ill Patients from Mechanical Ventilation. *Hospital Chronicles* 2013; 8(2): 86-90.

Peruzzi WT and Shapiro BA. Respiratory support. In: Critical Care: Standards, Audit, and Ethics. eds. Tinker J, Browne DR, Sibbald WJ, **London, England: Edward Arnold (Publishers) Ltd** 1996; s.137-138.

Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Curr Opin Crit Care* 2010; 16(1): 19–25.

Petty TL. Intensive and rehabilitative respiratory care. **Philadelphia, Pa: Lea & Febiger** 1974; s.106-108.

Polat MG. Yoğun bakımda fizyoterapi uygulamaları. *Turkish J of Intensive Care Med* 2007; 7(3): 359-361.

Poole DC, Sexton WL, Farkas GA, Powers SK, Reid MB. Diaphragm structure and function in health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(6): 738–754.

Pourriat JL, Lamberto C, Hoang PH, Fournier JL, Vasseur B. Diaphragmatic fatigue and breathing pattern during weaning from mechanical ventilation in COPD patients. *Chest* 1986; 90(5): 703–707.

Powers SK, Hudson MB, Nelson WB, Talbert EE, Min K, Szeto HH, Kavazis AN, Smuder AJ. Mitochondria-targeted antioxidants protect against mechanical ventilation-induced diaphragm weakness. **Crit Care Med** 2011; 39(7): 1749–1759.

Purro A, Appendini L, De Gaetano A, Gudjonsdottir M, Donner CF, Rossi A. Physiologic determinants of ventilator dependence in long-term mechanically ventilated patients. **Am J Respir Crit Care Med** 2000; 161(4 I): 1115–1123.

Puthuchery Z and Hart N. Intensive care unit acquired muscle weakness: when should we consider rehabilitation? **Crit Care** 2009; 13(4): 167-168.

Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Hernandez N, Mota S, Sangenis M, Broquetas JM, Casan P, Gea J. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: Structural adaptation and physiologic outcomes. **Am J Respir Crit Care Med** 2002; 166(11): 1491–1497.

Raof S. Basics of initial ventilator set-up. In: Mechanical Ventilation Manuel. Eds. Raof S, Khan FA. 1st ed. **Philadelphia: Versa Press** 1998; s.15-20.

Raof S, Chowdhrey N, Raof S, Feuerman M, King A, Sriraman R, Khan FA. Effect of combined kinetic therapy and percussion therapy on the resolution of atelectasis in critically ill patients. **Chest** 1999; 115(6): 1658–1666.

Raof S. Modes of ventilation. In: Mechanical Ventilation Manuel. Eds. Raof S, Khan FA. 1st ed. **Philadelphia: Versa Press** 1998; s.21-33.

Roberts M, Johnson LA, Lalonde TL. Early mobility in the intensive care unit: Standard equipment vs a mobility platform. **Am J Crit Care** 2014; 23(6): 451–457.

Rochester DF. The diaphragm: Contractile properties and fatigue. **J Clin Invest** 1985; 75(5): 1397–1402.

Roussos C. (ed) Mechanical Ventilation From Intensive Care to Home Care. **European Respiratory Society Journals Ltd** 1998; s.535.

Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, Spears L, Miller M, Franczyk M, Deprizio D, Schmidt GA, Bowman A, Barr R, McCallister KE, Hall JB, Kress JP. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. **Lancet** 2009; 373(9678): 1874-1882.

Shimizu JM, Manzano RM, Quitério RJ, Alegria VT da C, Junqueira TT, El-Fakhouri S, Ambrozini ARP. Determinant factors for mortality of patients receiving mechanical ventilation and effects of a protocol muscle training in weaning. **Man Ther Posturology Rehabil J** 2014; 12: 136-142.

Shoemaker MJ, Donker S, LaPoe A. Systematic Review: Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: The State of the Evidence. **Cardiopulm Phys Ther J** 2009; 20(3): 5–15.

Siebens AA, Kirby NA, Poulos DA. Cough Following Transection of Spinal Cord At C-6. *Arch Phys Med Rehabil* 1964; 45: 1–8.

Skinner EH, Berney S, Warrillow S, Denehy L. Development of a physical function outcome measure (PFIT) and a pilot exercise training protocol for use in intensive care. *Crit Care Resusc* 2009; 11(2): 110-115.

Smaldone GC and Messina MS. Flow limitation, cough, and patterns of aerosol deposition. *J Appl Physiol* 1985; 59(2): 515-520.

Sprague SS and Hopkins PD. Use of Inspiratory Strength Training to Wean Six Patients Who Were Ventilator-Dependent. *Phys Ther* 2003; 83(3): 171–181.

Stiller K. Physiotherapy in intensive care: Towards an evidence-based practice. *Chest* 2000; 118(6): 1801–1813.

Stone KS and Turner B. Endotracheal suctioning. *Annu Rev Nurs Res* 1989; 7: 27–49.

Supinski GS and Callahan LA. Calpain activation contributes to endotoxin-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Cell Mol Biol* 2010; 42(1): 80–87.

Sutton PP, Parker RA, Webber BA, Newman SP, Garland N, Lopez-Vidriero MT, Pavia D, Clarke SW. Assessment of the forced expiration technique, postural drainage and directed coughing in chest physiotherapy. *Eur J Respir Dis* 1983; 64(1): 62–68.

Sutton PP, Pavia D, Bateman JRM, Clarke SW. Chest physiotherapy: a review. *Eur J Respir Dis* 1982; 63: 188-201.

Tan S, Duara S, Silva Neto G, Afework M, Gerhardt T, Bancalari E. The effects of respiratory training with inspiratory flow resistive loads in premature infants. *Pediatr Res* 1992; 31(6): 613–618.

Thoren L. Post-operative pulmonary complications: observations on their prevention by means of physiotherapy. *Acta Chir Scand* 1954; 107(2-3): 193-205.

Tobin MJ (ed). Principles and practice of mechanical ventilation 2nd edition. *McGraw Hill* 2006; s.1472.

Tobin MJ, Laghi F, Jubran A. Narrative review: Ventilator-induced respiratory muscle weakness. *Ann Intern Med* 2010; 153(4): 240–245.

Topp R, Ditmyer M, King K, Doherty K, Hornyak J. The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit. *AACN Clin Issues* 2002; 13(2): 263–276.

Torres A, Serra-Batlles J, Ros E, Piera C, De La Bellacasa JP, Cobos A, Lomeña F, Rodríguez-Roisin R. Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving

mechanical ventilation: The effect of body position. *Ann Intern Med* 1992; 116(7): 540–543.

Traver GA, Tyler ML, Hudson LD, Sherrill DL, Quan SF. Continuous oscillation: Outcome in critically ill patients. *J Crit Care* 1995; 10(3): 97–103.

De Troyer A and Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin Chest Med* 1988; 9(2): 175–193.

Ueki J, De Bruin PF, Pride NB. In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects. *Thorax* 1995; 50: 1157-1161.

Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, Mistraletti G, Marini JJ, Iapichino G. Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation: A pilot clinical study. *Crit Care* 2015; 19(1): 161.

Unroe M, Kahn JM, Carson SS, Govert JA, Martinu T, Sathy SJ, Clay AS, Chia J, Gray A, Tulsy JA, Cox CE. One-year trajectories of care and resource utilization for recipients of prolonged mechanical ventilation: A cohort study. *Ann Intern Med* 2010; 153(3): 167–175.

Valette X, Seguin A, Daubin C, Brunet J, Sauneuf B, Terzi N, du Cheyron D. Diaphragmatic dysfunction at admission in intensive care unit: the value of diaphragmatic ultrasonography. *Intensive Care Med* 2015; 41(3): 557-559.

Vassilakopoulos T and Petrof BJ. Ventilator-induced Diaphragmatic Dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169(3): 336–341.

Vincent JL, Bihari DJ, Suter PM, Bruining HA, White J, Nicolas Chanoin MH, Wolff M, Spencer RC, Hemmer M. The Prevalence of Nosocomial Infection in Intensive Care Units in Europe: Results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC) Study. *JAMA J Am Med Assoc* 1995; 274(8): 639–644.

Wait JL, Nahormek PA, Yost WT, Rochester DP. Diaphragmatic thickness-lung volume relationship in vivo. *Journal of Applied Physiology* 1989; 67(4): 1560-1568.

Weiss B and Kaplan LJ. Oxygen Therapeutics and Mechanical Ventilation Advances. *Crit Care Clin* 2017; 33(2): 293–310.

Weissman C, Kemper M, Damask MC, Askanazi J, Hyman AI, Kinney JM. Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *Chest* 1984; 86(6): 815–818.

Welvaart WN, Paul MA, Stienen GJM, Van Hees HWH, Loer SA, Bouwman R, Niessen H, De Man FS, Witt CC, Granzier H, Vonk-Noordegraaf A, Ottenheijm CAC. Selective diaphragm muscle weakness after contractile inactivity during thoracic surgery. *Ann Surg* 2011; 254(6): 1044–1049.

Wong JW, Keens TG, Wannamaker EM, Crozier DN, Levison H, Aspin N. Effects of

gravity on tracheal mucus transport rates in normal subjects and in patients with cystic fibrosis. *Pediatrics* 1977; 60(2): 146–152.

Wooddard FH and Jones M. Intensive care for the critically ill adult. In; *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems*. Eds. Pryor JA, Webber BA. 2nd ed. **Edinburgh: Churchill Livingstone** 1998; s.267.

Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med* 2017; 43: 29-38.

Zergeroglu MA, McKenzie MJ, Shanely RA, Van Gammeren D, DeRuisseau KC, Powers SK. Mechanical ventilation-induced oxidative stress in the diaphragm. *J Appl Physiol* 2003; 95(3): 1116–1124.

Zeytinoğlu H ve Öngür T. *Mekanik Ventilasyon Prensipleri ve Uygulamaları*. 1. Baskı. **İstanbul: Mim Matbaacılık A.Ş** 1992.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gaziantep'te tamamladı. 2011 yılında Pamukkale Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'ndan

mezun olarak Fizyoterapist ünvanı aldı. Aynı yıl özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde çalışmaya başladı. 2012 yılında Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı ile Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'na araştırma görevlisi olarak atanarak aynı yıl Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl Pamukkale Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı.

Pulmoner ve kardiyak rehabilitasyon ilgi alanıdır. European Respiratory Society, Türkiye Fizyoterapistler Derneği, Türk Toraks Derneği, Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği ve Akciğer Sağlığı ve Yoğun Bakım Derneği üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.



## 9. EKLER

## Effects of phase I complex decongestive physiotherapy on physical functions and depression levels in breast cancer related lymph edema

ORÇİN TELLİ ATALAY<sup>1)\*</sup>, ANIL ÖZKİR<sup>2)</sup>, BILGE BAŞAKÇI ÇALIK<sup>3)</sup>, EMRE BASKAN<sup>4)</sup>, HARUN TAŞKIN<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Physiotherapy and Rehabilitation, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Denizli, Turkey

<sup>2)</sup> Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Institute of Health Sciences, Pamukkale University, Turkey

<sup>3)</sup> Department of Orthopedical Rehabilitation, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Turkey

<sup>4)</sup> Department of Neurological Rehabilitation, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Turkey

**Abstract.** [Purpose] Breast cancer-related upper extremity lymph edema is known to cause physical, functional and psychological impairments in women after modified radical mastectomy. The aim of this study was to investigate the effects of phase I Complex Decongestive Physiotherapy (CDP) on physical functions and depression levels in women with breast cancer-related upper extremity lymph edema. [Subjects and Methods] Fifty-eight subjects with breast cancer-related upper extremity lymph edema were the subjects of this study. The arm circumference, shoulder range of motion (ROM), muscle strength and depression levels of the subjects were assessed before and after phase I CDP treatment. [Results] After phase I CDP, there was a statistically significant reduction in circumference measurements at all levels of the affected arm. There was not any statistically significant difference in muscle strength after CDP. The shoulder ROM improved after treatment. There was a significant reduction in the Beck Depression Inventory score. A significant positive correlation was found between depression levels and circumference measurement. [Conclusion] Based on the results we suggest that by reducing limb volume, beside improving physical functions, phase I CDP can affect psychological status, especially depression which is very common in women with breast cancer-related upper extremity lymph edema.

**Key words:** Lymph edema, Complex decongestive physiotherapy, Depression

(This article was submitted Sep. 25, 2014, and was accepted Nov. 7, 2014)

### INTRODUCTION

Lymph edema is the accumulation of a high-protein edema fluid in the interstitial tissue as a result of the functional overload of the lymphatic system in which lymph volume exceeds transport capabilities and the lymphatic system becomes overwhelmed, causing lymphatic insufficiency or failure<sup>1)</sup>.

Primary lymph edema may be caused by the congenital and/or hereditary etiology. Secondary lymph edema may occur as a result of obstruction or interruption of the lymph system due to surgery. Also radiotherapy, trauma, infection, malignancy and chronic venous insufficiency. The most common cause of secondary lymph edema in the upper

extremity is breast cancer treatment, especially with the combination of axillary surgery and radiation and lower extremity lymph edema mostly occurs as a consequence of gynecological cancer (cervical, endometrial, vulvar, head and neck cancers)<sup>2)</sup>.

The prevalence of post breast cancer surgery upper limb lymph edema is between 8% and 65% as described in the literature<sup>3, 8)</sup>. The main reasons for this wide reported range of prevalence of the upper extremity lymph edema are: the follow-up time, the number of patients included in the studies, the classification and criteria used for its definition, the use of different measuring methods, and the time elapsed after surgery.

The factors that contribute to the development of upper extremity lymph edema after breast cancer surgery are classified in terms of extent of axillary surgery and mastectomy, axillary lymph node dissection (ALND), the number of nodes removed, the presence of a metastatic lymph node, use of axillary radiation therapy, chemotherapy, younger age at diagnosis, older age (>55), weight, body mass index (BMI), injury or infection in the ipsilateral arm, and trauma<sup>3-12)</sup>.

Except for lymph edema the other complications after

\*Corresponding author. Orçin Telli Atalay (E-mail: orcint@pau.edu.tr)

©2015 The Society of Physical Therapy Science. Published by IPEC Inc. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives (by-nc-nd) License <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>>.

breast cancer surgery are as follows: pain in the affected shoulder and arm, restrictions of shoulder motions, decrease in the muscle strength and functional capacity of the upper extremity, and difficulty with activities of daily living<sup>12-16</sup>. Development of lymph edema after breast cancer surgery increases the upper extremity symptoms of pain, numbness, stiffness, loss of strength and function<sup>5,17</sup>.

Together with physical and functional disabilities, lymph edema is also associated with psychological morbidity<sup>13</sup>. Psychological impacts of lymph edema include anxiety, depression, loss of body self confidence, social isolation and sexual dysfunction<sup>18</sup>. Moreover lymph edema and impaired upper extremity functions lead to deterioration in the activities of daily living<sup>16</sup>. It is reported that the functions of the arm decrease as the severity of lymph edema increases and the levels of depression and anxiety increase as the symptoms of the upper extremity increase<sup>19, 20</sup>. The severity and localization of lymph edema and pain are the factors that aggravate psychological distress and anxiety<sup>13</sup>. There are several methods of treatment for breast cancer-related lymph edema including physiotherapy, exercises, medical treatment with benzopyrones and a variety of microsurgical techniques. Complex decongestive physiotherapy (CDP) is a multimodality approach that consists of manual lymphatic drainage (MLD), skin care, compression bandages, and exercise, and it is a promising form of treatment recently. CDP is used to activate lymphatic vessels and move protein rich fluid from edematous to non edematous areas. Although CDP was developed several decades ago, there are many studies that show CDP can greatly reduce the volume and percentage volume of breast cancer-related lymph edema. However, there are few studies about the effects of CDP on other physical aspects such as pain, restriction of movements, and functions of the upper extremity or its effects on psychological factors. Therefore the aim of this study was to investigate the effects of phase I CDP on physical functions and depression levels of subjects with breast cancer-related upper extremity lymph edema.

## SUBJECTS AND METHODS

This interventional clinical study was carried out at Pamukkale University School of Physical Therapy and Rehabilitation. Approval for this study was granted by the non-invasive clinical research ethics committee of Pamukkale University and the study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. All the subjects provided their informed consent.

Among the 96 subjects having lymph edema and referred for physical therapy, 77 subjects with secondary lymph edema after modified radical mastectomy were chosen. The subjects who had metastasis, severe orthopedical or neurological deformity, acute infection, uncontrolled hypertension, severe venous or arterial insufficiency, severe psychiatric symptoms or any other contraindications to manual lymphatic drainage and compression were excluded. Sixty-three subjects met the inclusion criteria of this study, but five of the subjects did not attend to the decongestive physical therapy programme regularly and they were excluded from the assessments. Therefore, the data of 58 subjects forms the

basis of this study.

Circumference, range of motion (ROM) measurements of both upper extremities, muscle strength of the ipsilateral extremity and depression level were assessed before and after the phase I CDP treatment.

The circumferences of both extremities were measured at the metacarpophalangeal joints of the hand, and styloid process of radius and 5, 10, and 15 cm above the styloid process of radius of the forearm, the lateral epicondyle and 5, 10, and 15 cm above the lateral epicondyle of the upper arm by using a standard one inch, retractable, fiber glass tape measure. The measurements were done twice, each time by the same physiotherapist<sup>21</sup>.

The shoulder range of motion was measured using standard techniques of goniometry as active and passive measurements of shoulder flexion, extension, abduction and adduction, internal and external rotation<sup>21, 22</sup>. Muscle strength of the ipsilateral extremity was measured by Lovett's manual muscle testing<sup>23</sup>.

Depression levels of the subjects were evaluated using the Beck Depression Inventory (BDI) which was first developed by Beck et al. in 1961<sup>24</sup>. There are 21 categories; each of which has four options. Participants were asked to choose the suitable option that expressed their emotional status in the last 1-week period. The maximum score is 63, and the cutoff value for the Turkish version is 17 which indicates a need for help<sup>25</sup>.

Phase I Complex Decongestive Physiotherapy consisting of MLD, multi layer compression bandaging, remedial exercises in combination with respiratory exercises were performed by all subjects five times in a week for four weeks (20 sessions in total) by a certified lymph edema physiotherapist<sup>21, 26-28</sup>. At the end of the phase I CDP treatment the subjects wore compression garments. Self massage, home exercises for lymph edema and skin care were prescribed for the subjects by the therapist for the phase II CDP.

Analyses of data were performed using SPSS for Windows version 16.00. Differences in measurements circumference, shoulder range of motion and the Beck Depression Inventory were assessed using the paired samples t test. Pearson's correlation coefficient method was used to assess the influence of changes in measurement of circumference and shoulder range of motion on Beck Depression Inventory scores. P values < 0.05 were considered as statistically significant.

## RESULTS

The physical characteristics and demographic data of subjects are presented in Table 1. The dominant extremities of twenty-eight subjects were affected. Fifty-one of the subjects had been given chemical therapy (CT), 43 of subjects had been given radiotherapy (RT) and 38 of subjects had received endochirine therapy (Table 2). The average duration of lymph edema was 32.0±5.5 months and the average time since the operation was 38.5±2.1 months. The average number of dissected lymph nodes was 11.1±1.8. After modified radical mastectomy, the subjects were given on average 5.3 ±1.1 treatments of CT and 10.2 ±4.0 sessions of RT. A significant difference in the circumference measurement was

**Table 1.** Physical properties and demographic data of the subjects

Physical properties	X ± SD	
Age (years)	43.5 ± 5.3	
Height (cm)	161.3 ± 6.7	
Weight (kg)	78.4 ± 7.8	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.3 ± 1.2	
Demographic data	N (%)	
Education level	Illiterate	
	<8 years	27 (46.5)
	>8 years	16 (27.5)
Occupation	Housewife	
	Teacher	13 (22.4)
	Retired	10 (17.2)

**Table 3.** Comparison of upper extremity circumference measurements

Circumference Measurement	B.CDP (cm)	A.CDP (cm)
MCP joint*	21.3±0.8	20.0±1.2
Styloideus Radius*	22.5±4.3	20.9±0.9
5 cm ↑*	26.4±4.7	23.6±2.5
10 cm ↑*	27.0±5.1	24.7±7.3
15 cm ↑*	29.2±4.7	26.7±5.3
Lateral Epicondyles*	30.9±3.9	29.2±3.6
5 cm ↑*	36.7±6.3	32.3±6.8
10 cm ↑*	37.0±7.7	33.9±5.4
15 cm ↑*	38.8±3.3	34.0±2.9

\* p < 0.05, MCP: metacarpophalangeal  
B.CDP: Before Complex Decongestive Physiotherapy  
A.CDP: After Complex Decongestive Physiotherapy

**Table 5.** Comparison of depression scores

Depression score	B.CDP	A.CDP
BDI*	24.5±5.4	19.4±8.3

\* p<0.05, B.CDP: Before Complex Decongestive Physiotherapy  
A.CDP: After Complex Decongestive Physiotherapy

found when compared before and after complex decongestive physiotherapy (CDP) at all levels of measurement (Table 3). We found that the muscle strength of the subjects was good (average 4.6±0.2 according to manual muscle testing) and decrease in muscle strength was not found before CDP. The shoulder range of motions before and after CDP are shown in Table 4. According to this table, a significant difference was found in all shoulder range of movements except from adduction. Although active shoulder range of movement did not reach to normal levels, there was a significant increase after CDP. When we assessed the average depression scores of the subjects before CDP a moderate level of depression was found. The depression score improved to mild depression levels after CDP and there was a significant difference

**Table 2.** Other therapies that subjects received after MRM

Other therapies	N (%)	
Chemical therapy	Yes	51 (87.9)
	No	7 (12.0)
Radio therapy	Yes	43 (74.1)
	No	15 (25.8)
Endocrine therapy	Yes	38 (65.5)
	No	20 (34.4)

**Table 4.** Comparison of upper extremity range of motions

ROM	B.CDP (°)	A.CDP (°)	
Shoulder joint	Flexion*	136.6±9.6	171.3±8.2
	Extension*	54.6±5.7	58.6±6.2
	Abduction*	128.3±16.4	164.9±2.3
	Adduction	0.0±0.0	0.0±0.1
	Internal rotation*	78.8±4.6	85.5±1.0
	External rotation*	76.4±2.4	84.2±3.6
Elbow joint	Flexion*	142.6± 8.9	146.0±9.6
	Extension	0.0± 0.0	0.0±0.0
Wrist joint	Flexion	85.5± 2.5	85.9± 3.4
	Extension	84.8±0.8	85.3± 3.8
	Ulnar deviation	19.6±0.3	21.0± 2.6
	Radial deviation	14.4±1.9	15.6± 2.3

\*p<0.05, ROM: range of motion  
B.CDP: Before Complex Decongestive Physiotherapy  
A.CDP: After Complex Decongestive Physiotherapy

**Table 6.** Relation between average change in depression measurement and average change in circumference measurements of the affected arm

The average change in depression scores (X± SD)	The average change in circumference measurements of the affected arm (X± SD) (cm)	r
Δ BDI score (5.6 ± 1.4)	Δ MCP joint (1.0 ± 0.8)*	0.4
	Δ Styloideus radius (2.2 ± 0.7)*	0.7
	Δ 5 cm ↑ (3.4 ± 0.9)*	0.6
	Δ 10 cm ↑ (3.1 ± 1.1)*	0.7
	Δ 15 cm ↑ (3.4 ± 1.2)*	0.4
	Δ Lateral epicondyles (1.0 ± 0.5)*	0.3
	Δ 5 cm ↑ (4.2 ± 1.2)*	0.6
Δ 10 cm ↑ (2.9 ± 0.2)*	0.6	
Δ 15 cm ↑ (4.0 ± 1.2)*	0.7	

\*p<0.05, MCP: metacarpophalangeal

in the scores of before and after treatment as shown in Table 5. There was a significant positive correlation between the changes in circumference measurement of the affected arm and the depression level (Table 6). The depression levels decreased as the circumference measurement decreased.

## DISCUSSION

Psychological and psychosocial factors such as anxiety, depression, distress, altered emotional reactions, sleep disturbances and social isolation are common in breast cancer<sup>29</sup>. Increased prevalence of depression among breast cancer patients has been shown in several studies<sup>30-33</sup>. Fann et al. reported that the risk of major depression is 25% in women with breast cancer, and within one year of diagnosis up to 30% of women with breast cancer may develop either anxiety or depression, which may persist for more than 5 years after diagnosis and initial treatment<sup>34</sup>. In one interesting study it was found that those cases of mastectomy and hysterectomy had depressive symptoms and problems regarding body image, spouse relationships and sexual satisfaction. When the depressive state was compared between the cases with mastectomy and hysterectomy, it was found that patients with mastectomy were more depressive than patients with hysterectomy<sup>35</sup>.

The factors which are related to psychological distress include being diagnosed as having a life-threatening illness, treatments and their side-effects, uncertainty of outcomes, role changes as a result of activity limitation and restrictive participation, and issues related to body image, especially unsatisfactory cosmetic results and lymph edema<sup>36,37</sup>. There are studies which report that psychological distress such as depression, anxiety, hopelessness and helplessness are more common in breast cancer survivors with lymph edema<sup>31-33, 38</sup>. The study of Khan et al. they found that lymph edema was associated with a higher impact score on the Perceived Impact Problem Profile<sup>39</sup>. In another study, Pyszel et al. reported that breast cancer survivors with lymph edema had statistically significantly worse psychological distress scores than survivors without lymph edema<sup>40</sup>.

In our study we assessed the depression levels of women with lymph edema after modified radical mastectomy with BDI. In common with the previous studies, we found that women with post mastectomy lymph edema had moderate levels of depression (average BDI score=24.5±5.4). The most common symptoms associated with lymph edema are swelling, heaviness, tightness, firmness, pain, numbness, stiffness, decreased mobility, and the physical disfigurement of the condition. Women with post mastectomy lymph edema are unable to complete household responsibilities, in severe cases they even need assistance with daily care activities, and have difficulty in performing their jobs which leads to significant role changes in social life. As a result untreated or occurrence of lymph edema is a cause of serious psychological disturbances, e.g. depression. Another reason for the occurrence of depression is difficulty with coping and adjusting to a chronic disease, which is for some of the subjects a surprise because of inadequate information. Many of the subjects in our study had the idea that lymph edema was an untreatable condition before complex decongestive therapy, which also might have been a reason for their high levels of depression. Aesthetic concerns, which might prevent women from wearing their usual clothing, might also be an important cause of depression.

The shoulder ROM of women with post mastectomy lymph edema was significantly reduced in our study. There

are many studies which indicate that following breast cancer treatment, women with lymph edema present with upper extremity impairments<sup>3, 4, 13, 17, 27, 28</sup>. Women with lymph edema more frequently demonstrate bilateral impairments in shoulder ROM and upper extremity strength than women without lymph edema. Besides swelling of the arm, ROM limitation can lead to reduced physical activity which may also be related to depression<sup>41, 42</sup>.

The subjects of our study underwent intensive complex decongestive physiotherapy. Complex physical therapy has been recommended as a primary treatment by consensus panels and is an effective therapy for lymph edema<sup>43-47</sup>. Complex physical therapy resulted in some volume reduction of the affected extremity in 95% of 399 patients (50% reduction in 56% of patients, 25-49% reduction in 31%, and 1-24% reduction in 8%), 54% of whom maintained the therapeutic result after 3 years<sup>48</sup>. In agreement with the literature, the results of our study showed that after CDP, the shoulder ROM of the subjects increased and the circumference measurement of the affected arm significantly decreased.

Several studies have shown the effects of CDP on physical functions and the quality of life of lymph edema patients<sup>14, 15, 26-28, 47-49</sup>. In one of the literature reviews, researchers concluded that among the therapeutic modalities used for lymph edema treatment, CDP undoubtedly had the strongest scientific support<sup>50</sup>. CDP applied lymph edema patients effectively improved the quality of lymph edema patients through the reduction in the volume and circumference of the affected limb, a decrease in fear of movement, and increase in physical function<sup>49</sup>. As we discussed above, psychological distress such as depression and anxiety, is also associated with lymph edema. Many studies have demonstrated the effectiveness of CDP, however, not many studies have investigated the effects of CDP on depression and other psychological issues. In present study we assessed the depression levels of subjects before and after CDP. We found a significant decrease in the depression score to mild-minimum levels. There was a positive correlation between circumference reduction and depression levels and also a negative correlation between ROM and depression levels. We think arm swelling and ROM limitation as a result of lymph edema after mastectomy aggravate depression which is usually found in breast cancer survivors. CDP which is one effective way of treating arm swelling and decrease in physical function can also contribute treatments for psychological distress such as depression.

Reduction in limb volume and increase in range of motion reduces the fear of movement and increase the physical function. The volume decrease in the affected extremity and increase in ROM may lead to improvements in the social roles of subjects through increase of physical function. The improvement in social participation may also be a factor that helps to alleviate depression. Also, a decrease in aesthetic anxiety and becoming aware of that lymph edema is treatable, are the other factors that may contribute to the alleviation of depression.

Our study is important as there are not many studies of the psychological distress in breast cancer and/or lymph edema related to breast cancer, especially secondary lymph edema

after mastectomy, and there are very few studies about the effects of CDP and other treatment choices on the psychological distress such as depression<sup>51,52</sup>. The lack of a control group was the most important limitation of this study.

## REFERENCES

- Kocak Z, Overgaard J: Risk factors of arm lymphedema in breast cancer patients. *Acta Oncol*, 2000, 39: 389–392. [Medline] [CrossRef]
- Lawenda BD, Mondry TE, Johnstone PA: Lymphedema: a primer on the identification and management of a chronic condition in oncologic treatment. *CA Cancer J Clin*, 2009, 59: 8–24. [Medline] [CrossRef]
- Gärtner R, Jensen MB, Kronborg L, et al.: Self-reported arm-lymphedema and functional impairment after breast cancer treatment—a nationwide study of prevalence and associated factors. *Breast*, 2010, 19: 506–515. [Medline] [CrossRef]
- Bergmann A, Koifman RJ, Koifman S, et al.: Upper limb lymph edema following breast cancer surgery: prevalence and associated factors. *Lymphology*, 2007, 40: 96–106.
- Hayes SC, Johansson K, Stout NL, et al.: Upper-body morbidity after breast cancer: incidence and evidence for evaluation, prevention, and management within a prospective surveillance model of care. *Cancer*, 2012, 118: 2237–2249. [Medline] [CrossRef]
- Meeske KA, Sullivan-Halley J, Smith AW, et al.: Risk factors for arm lymphedema following breast cancer diagnosis in Black women and White women. *Breast Cancer Res Treat*, 2009, 113: 383–391. [Medline] [CrossRef]
- McLaughlin SA, Wright MJ, Morris KT, et al.: Prevalence of lymphedema in women with breast cancer 5 years after sentinel lymph node biopsy or axillary dissection: patient perceptions and precautionary behaviors. *J Clin Oncol*, 2008, 26: 5220–5226. [Medline] [CrossRef]
- Lopez Penha TR, Slangen JJ, Heuts EM, et al.: Prevalence of lymphoedema more than five years after breast cancer treatment. *Eur J Surg Oncol*, 2011, 37: 1059–1063. [Medline] [CrossRef]
- McLaughlin SA, Van Zee KJ: The prevalence of lymph edema and changes in practice to reduce its occurrence in women with breast cancer. *EJCMO*, 2010, 2: 1–7.
- Tsai RJ, Dennis LK, Lynch CF, et al.: The risk of developing arm lymphedema among breast cancer survivors: a meta-analysis of treatment factors. *Ann Surg Oncol*, 2009, 16: 1959–1972. [Medline] [CrossRef]
- Özçınar B, Güler SA, Özmen V et al. The complications and their effects on quality of life after local/regional treatment in breast cancer. *J Breast Health*, 2010, 6: 9–16.
- Geller BM, Vacek PM, O'Brien P, et al.: Factors associated with arm swelling after breast cancer surgery. *J Womens Health (Larchmt)*, 2003, 12: 921–930. [Medline] [CrossRef]
- Chachaj A, Malyszczak K, Pyszel K, et al.: Physical and psychological impairments of women with upper limb lymphedema following breast cancer treatment. *Psychooncology*, 2010, 19: 299–305. [Medline] [CrossRef]
- Lauridsen MC, Christiansen P, Hessov I: The effect of physiotherapy on shoulder function in patients surgically treated for breast cancer: a randomized study. *Acta Oncol*, 2005, 44: 449–457. [Medline] [CrossRef]
- Park JE, Jang HJ, Seo KS: Quality of life, upper extremity function and the effect of lymphedema treatment in breast cancer related lymphedema patients. *Ann Rehabil Med*, 2012, 36: 240–247. [Medline] [CrossRef]
- Kwan W, Jackson J, Weir LM, et al.: Chronic arm morbidity after curative breast cancer treatment: prevalence and impact on quality of life. *J Clin Oncol*, 2002, 20: 4242–4248. [Medline] [CrossRef]
- Smoot B, Wong J, Cooper B, et al.: Upper extremity impairments in women with or without lymphedema following breast cancer treatment. *J Cancer Surviv*, 2010, 4: 167–178. [Medline] [CrossRef]
- Shapiro SL, Lopez AM, Schwartz GE, et al.: Quality of life and breast cancer: relationship to psychosocial variables. *J Clin Psychol*, 2001, 57: 501–519. [Medline] [CrossRef]
- Ahmed RL, Prizment A, Lazovich D, et al.: Lymphedema and quality of life in breast cancer survivors: the Iowa Women's Health Study. *J Clin Oncol*, 2008, 26: 5689–5696. [Medline] [CrossRef]
- Karakoyun-Celik O, Gorken I, Sahin S, et al.: Depression and anxiety levels in woman under follow-up for breast cancer: relationship to coping with cancer and quality of life. *Med Oncol*, 2010, 27: 108–113. [Medline] [CrossRef]
- Karadibak D, Yavuzsen T, Saydam S: Prospective trial of intensive decongestive physiotherapy for upper extremity lymphedema. *J Surg Oncol*, 2008, 97: 572–577. [Medline] [CrossRef]
- Park SI, Choi YK, Lee JH, et al.: Effects of shoulder stabilization exercise on pain and functional recovery of shoulder impingement syndrome patients. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25: 1359–1362. [Medline] [CrossRef]
- Lovett RW, Martin EG: Certain aspects of infantile paralysis with a description of a method of muscle testing. *JAMA*, 1916, 4: 729–733. [CrossRef]
- Beck AT, Ward CH, Mendelson M, et al.: An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry*, 1961, 4: 561–571. [Medline] [CrossRef]
- Hisli N: A study about validity of Beck depression inventory. *J Psychol*, 1988, 6: 118–122.
- Hamner JB, Fleming MD: Lymphedema therapy reduces the volume of edema and pain in patients with breast cancer. *Ann Surg Oncol*, 2007, 14: 1904–1908. [Medline] [CrossRef]
- Yamamoto R, Yamamoto T: Effectiveness of the treatment-phase of two-phase complex decongestive physiotherapy for the treatment of extremity lymphedema. *Int J Clin Oncol*, 2007, 12: 463–468. [Medline] [CrossRef]
- Vignes S, Porcher R, Arrault M, et al.: Long-term management of breast cancer-related lymphedema after intensive decongestive physiotherapy. *Breast Cancer Res Treat*, 2007, 101: 285–290. [Medline] [CrossRef]
- Fu MR, Ridner SH, Hu SH, et al.: Psychosocial impact of lymphedema: a systematic review of literature from 2004 to 2011. *Psychooncology*, 2013, 22: 1466–1484. [Medline] [CrossRef]
- Ewertz M, Jensen AB: Late effects of breast cancer treatment and potentials for rehabilitation. *Acta Oncol*, 2011, 50: 187–193. [Medline] [CrossRef]
- McWayne J, Heiney SP: Psychologic and social sequelae of secondary lymphedema: a review. *Cancer*, 2005, 104: 457–466. [Medline] [CrossRef]
- Towers A, Carnevale FA, Baker ME: The psychosocial effects of cancer-related lymphedema. *J Palliat Care*, 2008, 24: 134–143. [Medline]
- Ridner SH: The psycho-social impact of lymphedema. *Lymphat Res Biol*, 2009, 7: 109–112. [Medline] [CrossRef]
- Fann JR, Thomas-Rich AM, Katon WJ, et al.: Major depression after breast cancer: a review of epidemiology and treatment. *Gen Hosp Psychiatry*, 2008, 30: 112–126. [Medline] [CrossRef]
- Keskin G, Gumus AB: Turkish hysterectomy and mastectomy patients—depression, body image, sexual problems and spouse relationships. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2011, 12: 425–432. [Medline]
- Taha SA, Matheson K, Anisman H: Everyday experiences of women post-treatment after breast cancer: the role of uncertainty, hassles, uplifts, and coping on depressive symptoms. *J Psychosoc Oncol*, 2012, 30: 359–379. [Medline] [CrossRef]
- Brunault P, Suzanne I, Trzepidur-Edom M, et al.: Depression is associated with some patient-perceived cosmetic changes, but not with radiotherapy-induced late toxicity, in long-term breast cancer survivors. *Psychooncology*, 2013, 22: 590–597. [Medline] [CrossRef]
- Hack TF, Cohen L, Katz J, et al.: Physical and psychological morbidity after axillary lymph node dissection for breast cancer. *J Clin Oncol*, 1999, 17: 143–149. [Medline]
- Khan F, Amatya B, Pallant JF, et al.: Factors associated with long-term functional outcomes and psychological sequelae in women after breast cancer. *Breast*, 2012, 21: 314–320. [Medline] [CrossRef]
- Pyszel A, Malyszczak K, Pyszel K, et al.: Disability, psychological distress and quality of life in breast cancer survivors with arm lymphedema. *Lymphology*, 2006, 39: 185–192. [Medline]
- Korpan MI, Crevenna R, Fialka-Moser V: Lymphedema: a therapeutic approach in the treatment and rehabilitation of cancer patients. *Am J Phys Med Rehabil*, 2011, 90: S69–S75. [Medline] [CrossRef]
- Hayes SC, Janda M, Cornish B, et al.: Lymphedema after breast cancer: incidence, risk factors, and effect on upper body function. *J Clin Oncol*, 2008, 26: 3536–3542. [Medline] [CrossRef]
- Földi E, Földi M, Clodius L: The lymphedema chaos: a lancet. *Ann Plast Surg*, 1989, 22: 505–515. [Medline] [CrossRef]
- Casley-Smith JR, Foldi M, Ryan TJ, et al.: Summary of the 10th International Congress of Lymphology working group discussions and recommendations. *Lymphology*, 1985, 18: 175–180.
- Moseley AL, Carati CJ, Piller NB: A systematic review of common conservative therapies for arm lymphoedema secondary to breast cancer treatment. *Ann Oncol*, 2007, 18: 639–646. [Medline] [CrossRef]
- : The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Consensus document of the International Society of Lymphology Executive Committee. *Lymphology*, 1995, 28: 113–117. [Medline]
- Andersen L, Hojris I, Erlandsen M, et al.: Treatment of breast-cancer-related lymphedema with or without manual lymphatic drainage—a randomized study. *Acta Oncol*, 2000, 39: 399–405. [Medline] [CrossRef]
- Hwang O, Ha K, Choi S: The effects of PNF techniques on lymphoma in the upper limbs. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25: 839–841. [Medline] [CrossRef]

- 49) Kim JK: The long-term effects of complex decongestive physical therapy on lower extremity secondary lymphedema and quality of life. *J Phys Ther Sci*, 2011, 23: 155–159. [[CrossRef](#)]
- 50) Passik SD, McDonald MV: Psychosocial aspects of upper extremity lymphedema in women treated for breast carcinoma. *Cancer*, 1998, 83: 2817–2820. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 51) Shim JM, Kim SJ: Effects of manual lymph drainage of the neck on EEG in subjects with psychological stress. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 127–129. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 52) Ha K, Choi S: The effect of a PNF technique program after mastectomy on lymphedema patients' depression and anxiety. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 1065–1067. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]



## The efficiency of inspiratory muscle training in patients with ankylosing spondylitis

Bilge Basakci Calik<sup>1</sup> · Elif Gur Kabul<sup>1</sup> · Harun Taskin<sup>1</sup> · Orcin Telli Atalay<sup>1</sup> · Ummuhan Bas Aslan<sup>1</sup> · Murat Tasci<sup>2</sup> · Fahrettin Bıçakcı<sup>2</sup> · Ali Ihsan Yıldız<sup>3</sup>

Received: 22 May 2018 / Accepted: 19 June 2018  
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2018

### Abstract

Ankylosing spondylitis (AS) is an inflammatory rheumatic disease affecting mainly the axial skeleton and sacroiliac joints. The aim of the current study was to investigate the effects of inspiratory muscle training (IMT) on respiratory muscles and functional exercise capacity, as well as on the specific outcomes of the disease in AS patients. A total of 32 AS patients (mean age  $37.37 \pm 10.41$  years) were randomly assigned as the Training Group (TG) ( $n = 16$ , mean age =  $35.62 \pm 8.18$  years) who received IMT + conventional exercise, and the Control Group (CG) ( $n = 16$ , mean age =  $39.12 \pm 12.26$  years) who only performed the conventional exercise program. All the subjects were evaluated at baseline and at the end of the 8th week. Respiratory muscle strength was assessed by measuring the maximal inspiratory pressure (PI<sub>max</sub>) and maximal expiratory pressure (PE<sub>max</sub>). Functional exercise capacity was measured using the 6-min walk test (6MWT). The Bath AS Disease Activity Index (BASDAI), Bath AS Disease Function Index and Bath AS Metrology Index were used for activity, function and basic measurements of the disease. A statistically significant improvement was determined in the PI<sub>max</sub> ( $p = 0.000$ ), PE<sub>max</sub> ( $p = 0.002$ ), 6MWT ( $p = 0.041$ ) and BASDAI ( $p = 0.049$ ) values in the TG after training. There was a significant difference between baseline and after conventional exercise in terms of PE<sub>max</sub> ( $p = 0.017$ ) in the CG. The PE<sub>max</sub> ( $p = 0.001$ ) and the 6MWT ( $p = 0.053$ ) values were significantly better in the TG. The results of this study demonstrated that IMT in addition to conventional exercises increased inspiratory muscle strength, functional exercise capacity and positively affected the disease activity in AS.

**Keywords** Ankylosing spondylitis · Exercise training · Respiratory muscle training · Outcome measures

### Introduction

Ankylosing spondylitis (AS) is an inflammatory rheumatic disease affecting mainly the axial skeleton and sacroiliac joints [1]. In AS, the inflammation of the thoracic and

costovertebral joints results in gradual fusion and ossification over time and this negatively affects the mobility of the costa and thoracic expansion. This leads to increased dorsal kyphosis, thorax rigidity and permanent chest wall movement limitation in some patients [2–6]. Decreased

✉ Bilge Basakci Calik  
fztbilge@hotmail.com  
Elif Gur Kabul  
elifgur1988@hotmail.com  
Harun Taskin  
fzt\_harun@hotmail.com  
Orcin Telli Atalay  
orcin\_t@hotmail.com  
Ummuhan Bas Aslan  
umbaslan@yahoo.com  
Murat Tasci  
dr\_murat9113@hotmail.com

Fahrettin Bıçakcı  
dr-fahrenheit@hotmail.com  
Ali Ihsan Yıldız  
aliihsanyildiz33@gmail.com

<sup>1</sup> School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Kinikli, 20070 Denizli, Turkey  
<sup>2</sup> Department of Rheumatology, Medical Faculty of Pamukkale University, Denizli, Turkey  
<sup>3</sup> Department of Thoracic Disease, Servergazi Government Hospital, Denizli, Turkey



expansion and lung volume as a result of mechanical constriction caused by ankylosis of the thoracic joints explain the restrictive respiratory pattern in these patients. In addition, previous studies have shown that the inflammatory process of the disease contributes to a reduction in pulmonary function by causing pain and stiffness in the thoracic joints [2, 7, 8].

It has been reported that the reduction of respiratory muscle strength in AS patients may be due to a weakened respiratory intercostal muscle [9]. Electromyographic measurements of the diaphragm and intercostal muscles have revealed that inspiratory muscle fatigue developed during exercise in AS patients, and respiratory muscle strength decreased due to intercostal muscle atrophy [9, 10]. It has been reported that respiratory muscle strength is lower in AS patients and that respiratory and respiratory muscle endurance, especially maximal inspiratory pressure, may be the determinants of exercise capacity in these patients [11, 12]. It is thought that inspiratory muscle strengthening could prevent or delay the complications that may occur due to inspiratory muscle weakness [13].

Changes in the respiratory pattern in AS patients may affect the pH level of the body by altering respiratory gas exchange, especially partial end-tidal carbon dioxide (PetCO<sub>2</sub>) [14, 15]. Changes in respiratory-induced pH are associated with a decrease in cerebral blood flow and result in different symptoms such as dizziness, headache, visual disturbances, dyspnea, palpitations, fatigue, muscle tetany, thoracic pain, paresthesia and increased neuronal excitability [14]. Therefore, reduced respiratory function can be shown to be both a symptom and a causative factor for AS. It is thus thought that inspiratory muscle training in individuals with AS may provide benefits in many respects.

Previous studies in the literature have examined the effectiveness of inspiratory muscle training in different disease groups [16–18]. In only one study of patients with AS was the effect examined of inspiratory muscle training on pulmonary functions and aerobic capacity [19]. The aim of the current study was to investigate the effects of inspiratory muscle training in AS patients on respiratory muscles and functional exercise capacity, as well as on the specific outcomes of the disease.

## Methods

In this randomized, controlled parallel group study, the effects of inspiratory muscle training on AS individuals were assessed by comparisons with the control group. The evaluations before and after the training program were performed by two physiotherapists who were experts in their field. Specific assessments of AS and conventional exercise training were given by a specialist physiotherapist

(EGK), and the respiratory muscle assessment and inspiratory muscle training were given by another experienced and certified physiotherapist (HT) in this field.

## Participants

The study included 32 patients (mean age  $37.37 \pm 10.41$  years) diagnosed with AS according to the Modified New York Criteria of the Rheumatology Clinic of the PAU Medical Faculty Hospital. Using the closed envelope randomization method, the participants were randomly divided into two groups. The flow chart of the study is shown in Fig. 1. Conventional exercises were given to all participants as home-based exercises. The training group ( $n = 16$ ), (mean age =  $35.62 \pm 8.18$  years) performed inspiratory muscle training and conventional exercise, and the control group ( $n = 16$ ), (mean age =  $39.12 \pm 12.26$  years) only performed the conventional exercise program. The demographic data are shown in Table 1.

The inclusion criteria for the inspiratory muscle training group and the control group:

- A diagnosis of AS according to the Modified New York criteria
- Participating voluntarily in the study
- Aged 20–65 years
- Stable drug (NSAID or TNF inhibitors) use for at least 3 months or longer.

Exclusion criteria for the inspiratory muscle training group and the control group

- A history of surgery within the last 6 months.
- Any active disease period (active arthritis in the joints, enthesitis) in the last 3 months.
- Communication problems
- Any respiratory disease or other neuromuscular disease that may affect the respiratory muscles.

The criteria for withdrawal during the study;

- Those who cannot complete all the tests
- Those with any other disease (diabetes, cardiovascular disease, acute renal failure) during the study period
- Individuals who cannot complete the training

Approval for the study was granted by the Pamukkale University Ethics Committee for Non-Interventional Clinical Investigations (decision no: 60112787-020/81274, dated 12/29/2016). Informed consent was obtained from all participants.

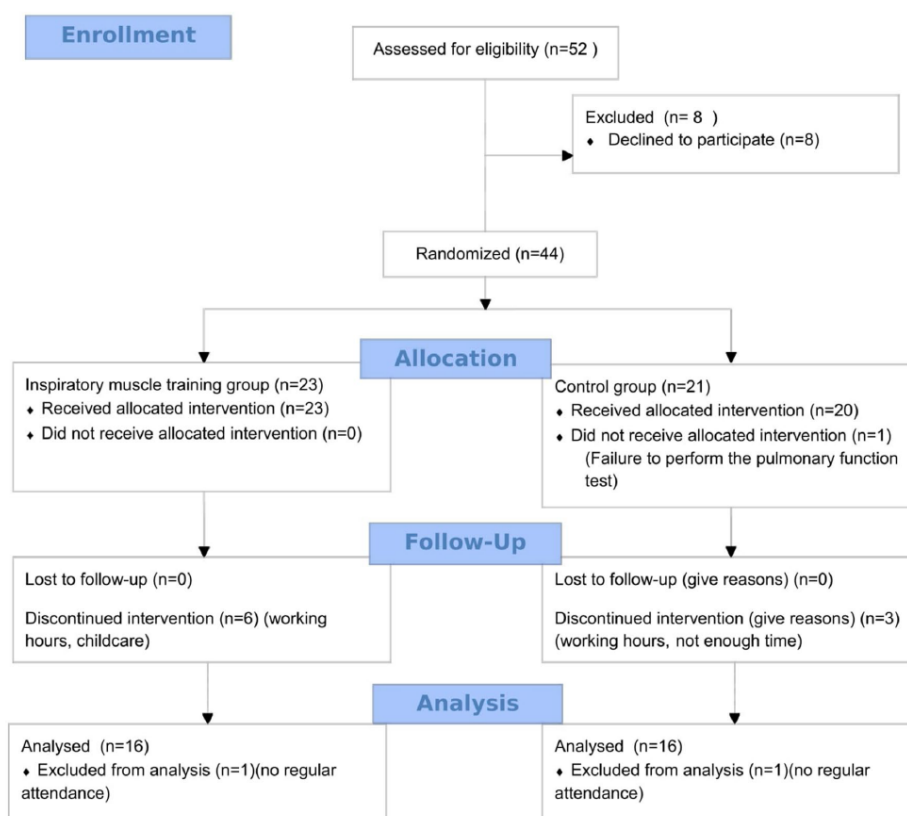


Fig. 1 Flow chart of the progress through the phases of the study according to the CONSORT statements

Table 1 Characteristics of the study participants

Characteristic	IMTG (n:16)		CG (n:16)		p value
	M	SD	M	SD	
Age (years)	35.62	8.18	39.12	12.26	0.350*
Body mass (kg)	77.81	18.54	69.25	15.11	0.163*
Body height (m)	1.65	0.09	1.64	0.09	0.884*
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	28.52	8.23	25.65	6.07	0.276*
Disease duration	7.87	7.23	8.03	7.56	0.742*
Sex (f/m)	9/7		9/7		1.000**
Drugs NSAID/Anti-TNF	8/8		9/7		1.000**

f female, m male, M mean, SD standard deviation, IMTG inspiratory muscle training group, CG control group

\*Independent t test, \*\*Chi-square tests

## Measures

All evaluations at baseline and at the end of the 8th week were performed by the same physiotherapists according to the standardized test protocols in the same conditions. The demographic data, habits and information about the disease were recorded on a registration form during face-to-face interviews (Table 1). The Bath AS Disease Activity Index (BASDAI), Bath AS Disease Function Index (BASFI) and Bath AS Metrology Index (BASMI) were used for activity, function and basic measurements of the disease and respiratory muscle strength measurements were taken. Functional exercise capacity was measured using the 6-min walk test (6MWT).

### Bath AS Disease Activity Index (BASDAI)

The Bath AS Disease Activity Index (BASDAI), which was developed to assess disease activity, consists of six VAS

measurements of fatigue, spinal and peripheral joint pain, sensitivity and morning stiffness. The patients responded to each item indicating a point on the 10 cm line considering their status during the last week only. Since items 5 and 6 were both related to morning stiffness, the average score of these two items was calculated and added to the scores of the first 4 items. The final average score, a value between 0 and 10, was calculated by dividing the total by 5. This index is sensitive to change and reproducibility, and can be completed quickly. Validity and reliability of the Index have been proven [20].

#### Bath AS Disease Function Index (BASFI)

The functional capacity of the patient during the previous week was measured using the BASFI. This index consists of eight questions related to daily activities and two questions about the ability of the patient to cope with daily life. The patients mark the 10-cm VAS scale according to the difficulty of undertaking the indicated tasks. The average score of the ten questions is calculated to give a total score between 0 and 10 [21].

#### Bath AS Metrology Index (BASMI)

The Bath AS Metrology Index (BASMI) was developed by evaluating the clinical evaluation methods and selecting the five with the highest validity, reliability, reproducibility and change sensitivity features. There is also a strong association between BASMI and radiological evaluation, and it is an appropriate method for evaluating axial involvement due to its sensitivity for response to treatment. In a study evaluating the validity and reliability of forward spinal motion measurements in conjunction with disease activity and quality of life parameters, the modified Schober test determined that hand-foot distance and cervical rotation were the best estimates of disease-related changes [22].

The BASMI index values were obtained by measuring cervical rotation, tragus to wall distance, lumbar side flexion, modified Schober test, intermalleolar distance, and scoring the limitations for each criterion between 0 and 2. The total score ranged from 0 to 10 [23].

#### Measurement of respiratory muscle strength

Respiratory muscle strength was assessed by measuring the maximal inspiratory pressure (PI<sub>max</sub>) and maximal expiratory pressure (PE<sub>max</sub>) using a portable spirometry with an additional flanged mouthpiece pressure-measuring device (COSMED Pony FX). The subjects were encouraged to use maximum strength and coordination in the PI<sub>max</sub> and PE<sub>max</sub> measurements. The manoeuvres were performed three times and the best of measurements was recorded. To

avoid short-term fatigue of the respiratory muscles, a rest break of 1 min was given between the measurements. The PI<sub>max</sub> measurement was performed using the residual volume, whereas the PE<sub>max</sub> was performed using the total lung capacity [24].

#### Six-minute walk test (6 MWT)

Exercise capacity was measured using the 6-min walk test (6MWT). The test was performed in a 30-m corridor in accordance with the testing guidelines [25]. Prior to the test, perceived resting heart rate, resting peripheral oxygen saturation, and resting blood pressure were measured. The distance walked by the patient in 6 min was recorded.

#### Inspiratory muscle training (IMT)

The method most commonly used for inspiratory muscle training (IMT) is the inspiratory threshold, first described by Nickerson and Keens [26]. The Threshold-IMT provides consistent and specific pressure for inspiratory muscle strength. A flow-independent one-way valve is suitable for all patients. When the subject generates sufficient vacuum pressure by breathing through the mouthpiece, the spring-loaded valve is opened and airflow is initiated. The amount of resistance can be set in 2-cm H<sub>2</sub>O increments from 7 to 41 cmH<sub>2</sub>O by changing the compression of the spring-loaded valve [27].

Inspiratory muscle training increases MIP and V<sub>imax</sub>. Strengthening training requires repetitive maximal inspiratory effort against the closed glottis. Inspiratory training to increase V<sub>imax</sub> is achieved by repeating the maximal inspiratory effort. Inspiratory muscle training to increase both MIP and V<sub>imax</sub> requires intense pressure or inhalation of flow-through external resistance [28, 29].

In the IMT group, after the MIP and MEP measurements, training was carried out with threshold loading by taking the criteria of the inspiratory muscle pressure value using the 'Threshold Inspiratory Muscle Trainer' (Respironics New Jersey Inc.). IMT was started at an intensity of 50% of the PI<sub>max</sub> as determined in the baseline assessment and increased in increments of 2 cmH<sub>2</sub>O daily, according to patient tolerance. For the IMT, the subjects were asked to perform a strong inspiration in a comfortable seated position, at the adjusted pressure, followed by a normal expiration. With each session consisting ten breaths, three sessions were performed per day, 5 days a week for a total of 8 weeks [30]. The first 4 weeks of the training were administered under the supervision of a physiotherapist and the patients were invited to the clinic for pressure control at the beginning of each week. The subjects were also recommended to use an incentive spirometer without supervision for the next 4 weeks.

### Conventional exercises

All patients were given a conventional exercise regimen which consisted of 20 exercises: motion and flexibility exercises of the cervical, thoracic, and lumbar spine; stretching of the erector spine muscle, hamstring muscles, and shoulder muscles; and chest expansion exercises, controlled abdominal, and diaphragm breathing exercises [31].

### Statistical analysis

It was estimated that when 32 subjects were included in the study as a result of the power analysis performed (16 patients in each group), 95% confidence and 80% power would be obtained. The data were analyzed using SPSS version 21.0 software. The Kolmogorov–Smirnov test was used to determine whether continuous variables conformed to normal distribution. If the data distribution was normal, the paired samples *t* test was used within groups and the independent *t* test was used between groups. If the data distribution was not normal, the Wilcoxon signed-rank test was used within groups and the Mann–Whitney *U* test was used between groups. Continuous variables were shown as mean  $\pm$  standard deviation, and categorical variables were given as number and percentage. The data at baseline and at the end of 8 weeks were compared using the paired samples *t* test or the Wilcoxon signed-rank test within the groups and the independent *t* test or the Mann–Whitney *U* test were used to compare delta values between the groups. The statistical significance level in the statistical test results was accepted as  $p \leq 0.05$ .

### Results

During this study of 32 participants, no problems related to the evaluations and training were reported. There was no statistical difference between the demographic data of the groups ( $p > 0.05$ ), (Table 1).

#### Results of in-group assessments before and after training

In the IMT group in comparison with the pretraining values, the maximum inspiratory pressure ( $p = 0.000$ ), maximum expiratory pressure ( $p = 0.002$ ), 6MWT ( $p = 0.041$ ) and BASDAI ( $p = 0.049$ ) results were statistically significantly improved after training. In the control group, there was a significant difference between baseline and after the home-based exercises in respect of the maximum expiratory pressure measurements ( $p = 0.017$ ). No other results were significant in either group (Table 2).

#### The inter-group comparison after training

When the differences between pre- and posttraining were compared between the groups, the maximum inspiratory pressure ( $p = 0.001$ ) and the 6MWT ( $p = 0.053$ ) values were statistically significantly better in the training group (Table 3).

### Discussion

This study is the first randomized controlled study to have examined the effect of inspiratory muscle training in AS, in addition to conventional exercise, on respiratory muscle

**Table 2** The comparison of pre- and post-treatment results of groups

Variables	IMTG (n:16)		p value	CG (n:16)		p value
	Pre	Post		Pre	Post	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD		M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	
PImax	64.52 $\pm$ 18.68	87.33 $\pm$ 16.52	<b>0.000*</b>	63.72 $\pm$ 11.07	69.58 $\pm$ 14.54	0.117*
PEmax	76.62 $\pm$ 29.73	92.47 $\pm$ 32.07	<b>0.002*</b>	66.58 $\pm$ 20.25	72.87 $\pm$ 18.61	<b>0.017*</b>
6MWT	513.41 $\pm$ 52.67	532.27 $\pm$ 63.61	<b>0.041*</b>	496.46 $\pm$ 66.17	486.02 $\pm$ 92.53	0.465*
BASF1	3.17 $\pm$ 2.13	2.88 $\pm$ 2.28	0.481*	3.13 $\pm$ 2.98	2.61 $\pm$ 2.25	0.170*
BASDAI	4.52 $\pm$ 2.75	3.57 $\pm$ 2.77	<b>0.049**</b>	4.48 $\pm$ 3.17	3.25 $\pm$ 2.34	0.083**
BASMI	3.37 $\pm$ 1.40	2.81 $\pm$ 1.64	0.070*	2.93 $\pm$ 1.48	2.43 $\pm$ 0.96	0.088*

Significant values are shown in bold

M mean, SD standard deviation, IMTG inspiratory muscle training group, CG control group, PImax maximum inspiratory pressure, PEmax maximum expiratory pressure, 6MWT six-minute walk test, BASF1 Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index, BASDAI Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index, BASMI Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index

\*Paired sample *t* test, \*\*Wilcoxon test

**Table 3** Comparison of delta values to groups

Variables	IMTG ( <i>n</i> :16) Δ	CG ( <i>n</i> :16) Δ	<i>p</i> value
PImax	22.81 ± 12.99	5.85 ± 14.07	<b>0.001*</b>
PEmax	15.85 ± 17.25	6.28 ± 9.39	0.070**
6MWT	17.16 ± 29.56	-10.44 ± 55.67	<b>0.053**</b>
BASFI	-0.29 ± 1.61	-0.51 ± 1.42	0.895**
BASDAI	-0.95 ± 2.22	-1.23 ± 2.29	0.910**
BASMI	-0.56 ± 1.15	-0.50 ± 1.09	0.875**

Significant values are shown in bold

IMTG inspiratory muscle training group, CG control group, Δ post-training–pretraining, PImax maximum inspiratory pressure, PEmax maximum expiratory pressure, 6MWT six-minute walk test, BASFI Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index, BASDAI Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index, BASMI Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index

\*Independent *t* test, \*\*Mann–Whitney *U* test

strength, functional exercise capacity and disease activity. The results of this study demonstrated that inspiratory muscle training in addition to conventional exercises increased inspiratory muscle strength, functional exercise capacity and positively affected the disease activity in AS.

Inspiratory muscle strength was seen to significantly increase with inspiratory muscle training in this study. Previous comparative studies in the literature have shown that respiratory muscle strength decreases in individuals with AS [9, 32]. There have been few exercise studies with inspiratory muscle training on patients with AS. The first study in the literature which aimed to increase respiratory muscle strength in AS individuals was conducted by Draogi et al. [19]. Inspiratory muscle training was applied in addition to conventional exercise in one group, while the other group performed conventional exercise only. When differences between the groups were compared at the end of 8 weeks, the inspiratory muscle training group showed improvements in FVC% value and VO<sub>2max</sub> amount but no difference was determined in FEV1% value. In the current study, inspiratory muscle training was applied in addition to conventional exercises but unlike the Draogi study, respiratory muscle strength was measured, the lack of which was reported as a weakness in the study by Draogi.

A case study of AS with inspiratory muscle training also showed the positive effects on training of respiratory changes and respiratory muscle strength [33]. Ortancil et al. found that inspiratory and expiratory muscle strength significantly increased after a 6-week home-based exercise program [34]. It is known that regular exercise in AS is beneficial for maintaining and improving mobility of the spine and peripheral joints, strengthening the muscles of the trunk, legs, back, abdomen and increasing the functional capacity and quality of life, but, studies evaluating the effects of exercises on respiratory functions, especially on respiratory muscle

strength are limited. Exercise was reported to increase vital capacity and forced expiratory volume. In one study, significant improvements in the chest expansion and vital capacity after 3 months of multimodal exercise program (an aerobic, stretching, and pulmonary exercise program) in patients with AS [35]. As the inspiratory and expiratory muscles can be developed in AS individuals, this demonstrates that these patients are affected by the disease process. Therefore, by primarily evaluating the inspiratory and expiratory muscle strength, the inspiratory muscle training program was applied to strengthen these muscles. As a result of the study, a significant improvement was determined in the MIP value in the training group after inspiratory muscle training when the differences between the groups were compared, and similar to previous findings in the literature, it was demonstrated that the inspiratory muscle strength could be improved by training. Consequently, respiratory muscle strength can be considered to be reduced in AS individuals, and inspiratory muscle training, which is a cheap, easily obtainable and effective method, can help to improve this strength.

The current study is the first study to have examined the effect of inspiratory muscle training on functional exercise capacity in addition to inspiratory muscle strength and the results show that inspiratory muscle training improved the functional exercise capacity. A number of studies have shown that functional exercise capacity is reduced in AS individuals. In a comparative study with healthy subjects, it was found that aerobic capacity and forced vital capacity decreased in AS individuals, while there was a correlation between aerobic capacity, vital capacity, thoracic expansion and functional level [36]. In a study conducted in 2011, it was thought that exercise intolerance caused by decreased aerobic capacity in AS individuals may be due to impaired respiratory function [37]. Abnormally high load on the respiratory muscles occurs during (maximal) exercise, especially when chest wall compliance is reduced. In the study of van der Esch et al. it was suggested that respiratory pressure and respiratory muscle endurance, in particular maximal inspiratory pressure, may be determinants of exercise capacity in patients with ankylosing spondylitis [12].

Based on this information, the current study aimed to investigate whether or not functional exercise capacity could be developed with the application of inspiratory muscle training in addition to conventional exercises in AS individuals. Draogi et al. [19]. showed that the VO<sub>2max</sub> could improve in AS patients with the addition of inspiratory muscle training to conventional exercises. In a case study by Wong et al. [33]. in which IMT was applied, exercise capacity was evaluated by VO<sub>2max</sub>. and an increase in VO<sub>2max</sub>. was reported after training. In the current study, the 6MWT was used to assess functional exercise capacity.

When the differences between the groups were compared after training, the difference was found to be significant in

favor of the inspiratory muscle training group. The training was thought to increase the inspiratory muscle strength, improve the respiratory system, cause more efficient use of the oxygen consumed at the same workload, and therefore, be reflected in the increase in functional exercise capacity, resulting in an improvement in fatigue level.

ASAS absolutely recommends the use of BASMI, BASDAI and BASFI assessment methods in the evaluation and follow-up of AS patients [38]. Therefore, the specific results of the patients with AS in this study were evaluated with these methods. The group applied with inspiratory muscle training in addition to conventional exercise showed a significant improvement in disease activity after training, but there was no significant difference between the groups. This difference after training demonstrated that inspiratory muscle training resulted in improvements in the BASDAI, by which the patients were evaluated for fatigue, pain, enthesitis, and severity and duration of morning stiffness, which are very important symptoms for these patients. However, the fact that both groups exercised to develop spinal mobility and general muscle strength could be the reason that there was no difference between the groups. In the only previous randomized controlled study where inspiratory muscle training was applied, only BASMI and BASDAI were evaluated and no analysis was carried out to examine the effect of IMT on these parameters [19].

The current study can be considered to be strong in the following aspects: this is one of only a limited number of studies of inspiratory muscle training applied to AS patients. Unlike other studies, respiratory muscle strength was measured and disease activity was evaluated in the current study.

The limitation of this research is that the long-term effect of inspiratory training in AS patients was not assessed.

Decreased chest wall mobility in AS patients has a negative effect on lung compliance, which activates the diaphragm and accessory respiratory muscles. This inactivity in the rib cage is compensated by the diaphragm. The development of inspiratory muscle strength with IMT contributes to the increase in thoracic mobility and hence the oxygenation process in individuals with AS. This can be considered to lead to an increase in functional exercise capacity by reducing the fatigue level of the individual. In addition, the increase in oxygenation may have a positive influence on the inflammatory process, leading to the development of positive results in disease activity.

The pragmatic results of this study can be summarized as follows:

- The assessment of the respiratory muscle strength of AS individuals and determination of the level of influence is important.
- In individuals with AS, IMT improves inspiratory muscle strength.

- IMT improves functional exercise capacity in AS individuals
- In AS individuals, IMT makes a positive contribution to reducing disease activity.
- Future studies are needed to investigate the effects of respiratory muscle training in AS individuals.
- The addition of an inspiratory muscle training protocol to the rehabilitation program of AS patients can be recommended for improving inspiratory muscle strength.

**Acknowledgements** The authors are grateful for the support of Caroline Walker, for editing the manuscript.

**Author contributions** BBC, EGK, HT, OTA and UBA designed the study. MT, FB and AIY searched databases and performed the selection of studies; BBC and OTA wrote the manuscript; BBC, EGK, HT, OTA and UBA analyzed the data; BBC, OTA and UBA contributed to writing and critically uprising the manuscript and approved the last version.

**Funding** This study did not receive any specific Grant from funding agencies.

### Compliance with ethical standards

**Ethical approval** All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

**Conflict of interest** Author Bilge Basakçı Calık, Elif Gur Kabul, Harun Taskın, Orcin Telli Atalay, Ummuhan Bas Aslan, Murat Tascı, Fahrettin Bıcakcı, Ali Ihsan Yıldız declare that they have no conflict of interest.

### References

1. Braun J, Sieper J (2007) Ankylosing spondylitis. *Lancet* 369:1379–1390
2. Donath J, Miller A (2009) Restrictive chest wall disorders. *Semin Respir Crit Care Med* 30:275–292
3. Berdal G, Halvorsen S, van der Heijde D et al (2012) Restrictive pulmonary function is more prevalent in patients with ankylosing spondylitis than in matched population controls and is associated with impaired spinal mobility: a comparative study. *Arthritis Res Ther* 14:R19
4. Cho H, Kim T, Kim TH et al (2013) Spinal mobility, vertebral squaring, pulmonary function, pain, fatigue, and quality of life in patients with ankylosing spondylitis. *Ann Rehabil Med* 37:675–682
5. Hsieh LF, Wei JC, Lee HY et al (2014) Aerobic capacity and its correlates in patients with ankylosing spondylitis. *Int J Rheum Dis* 19:490–499
6. Fisher LR, Cawley MI, Holgate ST (1990) Relation between chest expansion, pulmonary function, and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis* 49:921–925
7. Feltelius N, Hedenstrom H, Hillerdal G et al (1986) Pulmonary involvement in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis* 45:736–740

8. El-Maghraoui A (2005) Pleuropulmonary involvement in ankylosing spondylitis. *Jt Bone Spine* 72:496–502
9. Vanderschueren D, Decramer M, Van den Daele P et al (1989) Pulmonary function and maximal transrespiratory pressures in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis* 48:632–635
10. Analay Y, Ozcan E, Karan A et al (2003) The effectiveness of intensive group exercise on patients with ankylosing spondylitis. *Clin Rehabil* 17:631–636
11. Sahin G, Calikoğlu M, Ozge C et al (2004) Respiratory muscle strength but not BASFI score relates to diminished chest expansion in ankylosing spondylitis. *Clin Rheumatol* 23:199–202
12. Van der Esch M, van't Hul AJ, Heijmans M et al (2004) Respiratory muscle performance as a possible determinant of exercise capacity in patients with ankylosing spondylitis. *Aust J Physiother* 50:41–45
13. Tanšek MJ (2016) Specific inspiratory muscle training can improve the overall functionality of the inspiratory muscles and contributes to reduction of respiratory complications. *Physiother Croat* 14:64–670
14. Gardner WN (1996) The pathophysiology of hyperventilation disorders. *Chest* 109:516–534
15. Simonds AK (2013) Chronic hypoventilation and its management. *Eur Respir Rev* 22:325–332
16. Casali CC, Pereira AP, Martinez JA et al (2011) Effects of inspiratory muscle training on muscular and pulmonary function after bariatric surgery in obese patients. *Obes Surg* 21:1389–1394
17. Zeren M, Demir R, Yigit Z et al (2016) Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 30:1165–1174
18. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR et al (2010) Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a practical guide for clinicians. *Arch Phys Med Rehabil* 91:1466–1470
19. Dragoi RG, Amaricai E, Dragoi M et al (2016) Inspiratory muscle training improves aerobic capacity and pulmonary function in patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 30:340–346
20. Akkoc Y, Karatepe AG, Akar S et al (2005) Turkish version of the Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index: reliability and validity. *Rheumatol Int* 25:280–284
21. Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X et al (2009) The Assessment of SpondyloArthritis International Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis* 68:ii1–ii44
22. Rudwaleit M, van der Heijde D, Khan MA et al (2004) How to diagnose axial spondyloarthritis early. *Ann Rheum Dis* 63:535–543
23. Jones SD, Porter J, Garrett SL, Kennedy LG, Whitlock H, Calin A (1995) A new scoring system for the Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index (BASMI). *J Rheumatol* 22:1609
24. American Thoracic Society/European Respiratory Society (2002) ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 166:518–624
25. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002) ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 166:1111–1117
26. Nickerson BG, Keens TG (1982) Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 52:768–772
27. Takaso M, Nakazawa T, Imura T et al (2010) Surgical management of severe scoliosis with high-risk pulmonary dysfunction in Duchenne muscular dystrophy. *Int Orthop* 34:401–406
28. McCool FD, Tzelepis GE (1995) Inspiratory muscle training in the patient with neuromuscular disease. *Phys Ther* 75:1006–1114
29. Tzelepis GE, Vega D, Cohen ME et al (1994) Pressure-flow specificity of inspiratory muscle training. *J Appl Physiol* (1985) 77:795–801
30. Weiner P, Zeidan F, Zamir D et al (1998) Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. *World J Surg* 22:427–431
31. Fernandez-de-Las-Penas C, Alonso-Blanco C, Morales-Cabezas M et al (2005) Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 84:407–419
32. Sahin G, Guler H, Calikoglu M et al (2006) A comparison of respiratory muscle strength, pulmonary function tests and endurance in patients with early and late stage ankylosing spondylitis. *Z Rheumatol* 65:535–538
33. Wong ML, Anderson RG, Garcia K et al (2017) The effect of inspiratory muscle training on respiratory variables in a patient with ankylosing spondylitis: a case report. *Physiother Theory Pract* 33:805–814
34. Ortancil O, Sarikaya S, Sapmaz P et al (2009) The effect(s) of a six-week home-based exercise program on the respiratory muscle and functional status in ankylosing spondylitis. *J Clin Rheumatol* 15:68–70
35. Ince G, Sarpel T, Durgun B et al (2006) Effects of a multimodal exercise program for people with ankylosing spondylitis. *Phys Ther* 86:924–935
36. Hsieh LF, Wei JC, Lee HY et al (2016) Aerobic capacity and its correlates in patients with ankylosing spondylitis. *Int J Rheum Dis* 19:490–499
37. Ozdemir O, Inanici F, Hasçelik Z (2011) Reduced vital capacity leads to exercise intolerance in patients with ankylosing spondylitis. *Eur J Phys Rehabil Med* 47:391–397
38. Zochling J (2011) Measures of symptoms and disease status in ankylosing spondylitis: Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score (ASDAS), Ankylosing Spondylitis Quality of Life Scale (ASQoL), Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index (BASDAI), Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index (BASFI), Bath Ankylosing Spondylitis Global Score (BAS-G), Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index (BASMI), Dougados Functional Index (DFI), and Health Assessment Questionnaire for the Spondylarthropathies (HAQ-S). *Arthritis Care Res (Hoboken)* 63:47–58

### Ek-3. Etik Kurul Onayı



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



Sayı :60116787-020/55139  
Konu :Başvurunuz hk.

23/08/2017


Sayın Yrd. Doç. Dr. Orçin TELLİ ATALAY

İlgi :11.08.2017 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Mekanik Ventilatöre Bağlı Yoğun Bakım Hastalarında İnspiratuvar Kas Eğitiminin Solunum Kas Gücü ve Diyafram Kalınlığı Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi**" konulu çalışmanız **22.08.2017 tarih ve 11 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

  
Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan



## Ek-4. Değerlendirme Formu

### Mekanik Ventilatöre Bağlı Yoğun Bakım Hastalarında İnspiratuvar Kas Eğitiminin Solunum Kas Gücü ve Diyafram Kalınlığı Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi

#### Hasta Değerlendirme Formu

Değerlendirme Tarihi:

#### Demografik Bilgiler

Adı Soyadı:

Boy:

Yaşı:

Kilo:

Cinsiyeti:

VKI:

Tanı:

Yatış:

Kullanılan İlaçlar:

Alışkanlıklar:

	Var	Yok	Bırakmış
Sigara	(paket*yıl)		(paket*yıl)
Alkol	(şişe*gün)		(şişe*gün)

Beslenme tipi:

Entübasyon günü:

Ekstübasyon günü:

Taburculuk günü:

Mekanik Ventilasyon Parametreleri	Eğitim Öncesi	Ekstübasyon Öncesi
Ventilasyon Modu		
FiO <sub>2</sub> (%)		
PEEP (cmH <sub>2</sub> O), P <sub>sup</sub> (cmH <sub>2</sub> O)		
İnspiratuvar Tidal Volüm (ml/kg) Ekspiratuvar Tidal Volüm (ml/kg) Dakika Ventilasyonu (l/dk)		
Spontan Solunum Frekansı (soluk/dk)		

Solunum Kas Gücü Değerlendirmesi:

Solunum Kas gücü	Eğitim Öncesi	Ekstübasyon Öncesi	Taburcu
MIP(cmH <sub>2</sub> O)			

Diyafram Kalınlığı ve Hareketliliği Ölçümü:

Eğitim Öncesi

Taburculuk Öncesi

Vital Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<u>Eğitim Öncesi</u>																
Kalp Hızı (atm/dk)																
SpO <sub>2</sub> (%)																
Kan Basıncı (mmHg)																
Solunum Frekansı (soluk/dk)																
Ateş (C)																
<u>Eğitim Esnasında</u>																
Kalp Hızı (atm/dk)																
SpO <sub>2</sub> (%)																
Kan Basıncı (mmHg)																
Solunum Frekansı (soluk/dk)																
Ateş (C)																
<u>Eğitim Sonrası</u>																
Kalp Hızı (atm/dk)																
SpO <sub>2</sub> (%)																
Kan Basıncı (mmHg)																
Solunum Frekansı (soluk/dk)																
Ateş (C)																

Yoğun Bakımda Fiziksel Fonksiyon Test Bataryası

Olgu Ad Soyadı:

Tarih:

<b>PFIT Kayıt Sayfası</b>		
<b>1.Kalp Hızı(atım/dk)</b>	Önce:	Sonra:
<b>2.SpO2(%)</b>	Önce:	Sonra:
<b>3.Oturmadan Ayağa Kalkma(Yardım)</b>	0	1 2
<b>4. Yerinde Sayma</b>		
<b>4.1. Yapabiliyor mu?</b>	Evet	Hayır
<b>4.2. Adım</b>		
<b>4.3. Süre(saniye)</b>		
<b>5. Kuvvet</b>	<b>Sol</b>	<b>Sağ</b>
<b>5.1. Omuz Fleksiyonu</b>		
<b>5.2. Diz Ekstansiyonu</b>		

Testin Tamamlanamama nedeni:

Hasta Ex oldu

Hastanın takibi tamamlanamadı

Hasta reddetti

Hasta konfü durumda

## Ek-5. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

### Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK/KAPALI olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (10.../01.../2019).

Gönüllü / Hasta Adı Soyadı: Orhan SABAZ

İzni veren kişi (Gönüllü / Hasta ~~ya da velisi / vasisi~~)\* Adı Soyadı İMZA:

Orhan SABAZ



PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ Adı Soyadı İMZA:

Doç. Dr. Orhan TOLU ÖZALTY



\*NOT: Reşit olmayan bireyler adına aileleri tarafından imzalanacaktır.