

Telerehabilitasyon Tabanlı Aletli ve Aletsiz Solunum Egzersizi Programlarının Akciğer Kapasitelerine Etkisi

The Effect Telerehabilitation-Based Instrumental and Non-Instrumental Breathing Exercises Programs On Lung Capacity

Fatma Nur AYYILDIZ¹, Beyzanur YEŞİLYURT¹, Fulya Senem KARAAHMETOĞLU², Mustafa ÇÖRTÜK³, Esra PEHLİVAN^{1*}

ÖZ

Solunum egzersizlerinin kullanım amacı akciğer hacimlerinin artırılmasını sağlamaktır. Egzersizler herhangi bir alet kullanılmaksızın yapılabileceği gibi, insentif spirometre yardımıyla da benzer eforlarla gerçekleştirilebilir. Literatürde bu iki yöntemin etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızın amacı aletsiz solunum egzersizleri ile aletli solunum egzersizinin akciğer kapasiteleri üzerine etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya 18-30 yaş arasında olan, sağlıklı, genç erişkinler dahil edildi. Katılımcılar aletli solunum egzersizleri ve aletsiz solunum egzersizleri olmak üzere randomization.org internet sitesi kullanılarak randomize şekilde iki gruba ayrıldı ve 8 hafta boyunca telerehabilitasyon yöntemiyle egzersiz programına alındı. Katılımcıların akciğer hacimleri solunum fonksiyon testi (SFT) ile fiziksel aktivite düzeyleri ise Uluslararası Fiziksel Aktivite Kısa Formu (UFAA-KF) ile değerlendirildi. Çalışmaya toplamda 2 erkek 26 kadın olmak üzere 28 genç erişkin kişi dahil edildi. Aletli solunum egzersizi grubunda yaş ortalaması $\pm 21(20-22)$ yıl iken aletsiz solunum egzersizi grubunda $\pm 22(19-26)$ yıl idi ($p=0,017$). Aletli solunum egzersizi grubunda grup içi analizlerde tedavi sonrasında tedavi öncesine göre Tiffeneau İndeksi (FEV1\FVC), Tepe Ekspiratuar Akış (PEF) ve Ekspiratuar Akış Yüzdesi (PEF%) değerlerinde anlamlı farklılığa rastlanıldı ($p=0,032$, $p=0,023$, $p=0,013$). Aletsiz solunum egzersizi grubunda sadece Ekspiratuar Akış Yüzdesi (PEF%) değerlerinde anlamlı farklılık görüldü ($p=0,002$). Gruplar arası fark analizinde ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$). Telerehabilitasyon yöntemiyle uygulanan aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin akciğer hacimlerine olumlu etkisi vardır. Her iki yöntemden elde edilen sonuçlar benzer nitelikte olup, eşdeğer alternatifler olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Spirometre, Solunum egzersizleri, Akciğer kapasiteleri, Telerehabilitasyon

ABSTRACT

The purpose of breathing exercises is to improve lung volumes. These exercises can be done either without any equipment or using incentive spirometry. There is no study in the literature comparing the effectiveness of these two methods. The aim of our study is to examine the effects of non-equipment breathing exercises and instrumented breathing exercises on lung capacities. The study included healthy young adults aged 18-30. Participants were randomly assigned to two groups: one performing instrumented breathing exercises and the other doing non-equipment exercises, using the randomization.org website. Both groups followed an 8-week telerehabilitation program. Lung volumes were measured with pulmonary function tests (PFT), physical activity levels were assessed using the International Physical Activity Short Form (IPAQ-SF). The study included 28 young adults, consisting of 2 males and 26 females. The mean age in the instrumented breathing exercise group was ± 22 years, while it was ± 21 years in the non-equipment breathing exercise group ($p=0.017$). In the instrumental respiratory exercise group, significant differences were found in Tiffeneau Index (FEV1\FVC), Peak Expiratory Flow (PEF) and Percent Expiratory Flow (PEF%) values after treatment compared to pretreatment ($p=0.032$, $p=0.023$, $p=0.013$). In the non-equipmental breathing exercise group, a significant difference was observed only in the Percent Expiratory Flow (PEF%) values ($p=0.002$). In the between-group analysis, no statistically significant difference was observed between the two groups ($p>0.05$). Instrumental and non-equipmental respiratory exercises applied with the telerehabilitation method have positive effects on lung volumes. The results from both methods are similar and can be considered equivalent alternatives.

Keywords: Spirometry, Breathing exercises, Lung capacities, Telerehabilitation, Incentive

Çalışma için Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (Karar No: 2023-388) onayı alınmıştır. Çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir (Başvuru No: 1919B012300336).

¹ Fzt., Fatma Nur AYYILDIZ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, fatmanurayyildiz91@gmail.com, 0009-0003-8322-9993

¹ Fzt., Beyzanur YEŞİLYURT, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, yesilyurtbeyza359@gmail.com, 0009-0004-4564-7999

² PhD (c) Fzt., Fulya Senem KARAAHMETOĞLU, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, fulyakaraahmet@gmail.com, 0000-0002-4397-9322

³ Prof. Dr., Mustafa ÇÖRTÜK, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Bölümü, mcortuk@yahoo.com, 0000-0002-6923-736X

^{1*} Prof. Dr. Fzt., Esra PEHLİVAN, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, esra.pehlivan@sbu.edu.tr, 0000-0002-1791-5392

İletişim / Corresponding Author: Esra PEHLİVAN
e-posta/e-mail: esra.pehlivan@sbu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 04.07.2024
Kabul Tarihi/Accepted: 16.04.2025

GİRİŞ

Solunum egzersizleri, kişilerin nefeslerini belirli ritimlere göre kontrol edebildiği bir egzersiz yöntemidir (1). Diyafragmatik solunum, diyafram kasının kasılmasını sağlayarak solunumun verimliliğini ve oksijen üretimini artıran bir solunum egzersizi tipidir (2). Yapılan çalışmalarda diyafragmatik solunumun, solunum iş yükünü ve dispneyi azalttığı, solunum etkinliğini ve egzersiz toleransını artırdığı, ayrıca solunum sayısını azaltarak dakika ventilasyonunu geliştirdiği gösterilmiştir (3).

Solunum egzersizlerinin akciğer hacimlerini artırma etkisine benzer biçimde etkinlik gösteren birçok terapötik cihazlar da mevcuttur. İnsentif spirometreler, bu egzersiz aletlerinden biri olup inspirasyon sırasında akciğerlere alınan havanın görsel olarak da kullanıcı tarafından görüldüğü, dolayısıyla görsel feedback sağlandığı cihazlardır. Katılımcıyı görsel geri bildirim yoluyla yavaş ve derin bir nefes almaya teşvik ettiği için solunum terapisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (4). İnsentif spirometreler temel olarak akciğer hacminin artmasını inspiratuar hacmin doğrudan geri bildirimini sağlayanlar (hacim odaklı teşvik spirometresi) ve akışın geri bildirimini sağlayanlar (akış odaklı teşvik spirometresi) olarak sınıflandırılır. Voldyne ve Coach gibi hacim odaklı spirometre cihazlarını Triflo II, Cliniflo ve Respirex gibi akış odaklı spirometre cihazlarıyla karşılaştıran çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar doğrultusunda, hacim odaklı spirometre cihazlarının daha fazla hacim artışı sağladığı söylenebilir (5). Literatürden de yardım alarak, hacim odaklı insentif spirometrenin avantajlarından faydalanmak için çalışmamızda Voldyne kullanılmıştır.

Aletli solunum kası egzersizlerinde hep aynı yükte çalışabilme imkânı sunulmakta ayrıca akciğer hacim ve kapasitelerinde gelişim sağlanmaktadır. Ancak aletsiz olarak uygulanan solunum egzersizlerinde; egzersiz sırasındaki dudakların pozisyonu, kişinin

nefesini verdiği süreyi kendisinin ayarlamaya çalışması sırasında oluşan efor ve nefesin ne kadar etkili alındığı ile ilgili bir görsel feedback olmaması nedeniyle akciğer hacim ve kapasitelerindeki gelişimin daha az olabileceğine dair görüşler de mevcuttur (6). Diğer taraftan aletli solunum egzersizlerinde cihazın getirdiği maliyetin hasta tarafından karşılanmasında sıkıntılar yaşanabilmektedir.

Telerehabilitasyon yöntemi, bilgi ve iletişim teknolojileri gibi araçlarla rehabilitasyon hizmetlerinin belirli prosedür ve protokoller ile uzaktan verilmesi olarak tanımlanmaktadır (7,8). Bir çalışmada telerehabilitasyon tabanlı tedavi gören korona virüsü hastalarının fiziksel işlevleri ve nefes darlığı semptomları üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (9). Bir diğer 2021 tarihli çalışmada ise telerehabilitasyon tabanlı programların kronik obstrüktif akciğer hastaları (KOAHA)'nda neredeyse hastane ortamında verilen tedavi kadar anlamlı sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir (10). Dolayısıyla telerehabilitasyon solunum rehabilitasyonunda kullanımı giderek yaygınlaşan güvenilir bir yöntemdir ve çalışmamızda da katılımcılara erişim kolaylığı dolayısıyla kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, telerehabilitasyon yöntemiyle uygulanan aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin, akciğer hacimleri üzerine etkisini incelemek ve karşılaştırmaktır. Literatürde sağlıklı bireyler üzerinde aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin akciğer kapasitelerine etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Fakat telerehabilitasyon yöntemiyle sağlıklı genç erişkinler üzerinde uygulanan aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin akciğer hacimleri üzerine etkisinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla klinisyenler için solunum egzersizlerinin uygulanmasında seçilebilecek teknik ve yöntemlerin etkinliğinin sunulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, prospektif randomize kontrollü bir çalışma olmakla birlikte, Eylül 2023-Nisan 2024 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Çalışmaya 18-30 yaş aralığında kadın ve erkek, katılmayı yazılı olarak beyan eden, bilinen veya tanı konulmuş herhangi bir fiziksel, psikolojik ve emosyonel bir problemi olmayan, vücut kitle indeksi (VKİ) normal (18,5- 24,9 kg/m²) değerlere sahip toplam 28 katılımcı dahil edildi. Sigara ve/veya alkol kullanımı olan, kardiyopulmoner (stabil/unstabil angina, miyokard infarktüsü, pulmoner emboli, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, astım, bronşektazi, kistik fibrozis vb.), metabolik (diyabet, obezite, guatr, hipertansiyon vb.), egzersiz performansını etkileyecek ortopedik, özellikle göğüs kafesi hacimlerini etkileyecek kas iskelet sistemi problemleri olan (skolyoz, kifoz, pektus ekskavatum, pektus karinatum vb.), ağır bulantı, kusma atağı geçiren, kooperasyonu etkileyecek mental veya kognitif bozukluğu olan katılımcılar çalışmaya alınmadı. Alınma kriterlerini taşıyan sağlıklı katılımcılar randomization.org internet sitesi kullanılarak iki gruba ayrıldı. Gruplar insentif spirometre ile solunum egzersizlerinin verildiği aletli solunum egzersiz grubu ve aletsiz solunum egzersizlerinin uygulandığı aletsiz solunum egzersiz grubu olarak adlandırıldı. Katılımcıların birincil ve ikincil değerlendirmeleri, eğitimleri yüz yüze gerçekleştirildi. Telerehabilitasyon görüşmelerinde Zoom video konferans yöntemi kullanıldı. Her iki grupta da telerehabilitasyon tedavi programı haftanın 2 günü olmak üzere, 8 hafta sürdü. Ayrıca tüm katılımcılara telerehabilitasyonun uygulanmadığı günlerde haftanın 3 günü ev egzersizleri verildi. 8 haftanın sonunda her iki gruptaki katılımcıların program öncesi yapılan tüm değerlendirmeleri yüz yüze şekilde tekrarlandı.

Aletsiz egzersiz grubu katılımcılarına diyafragmatik solunum egzersizleri, maksimum inspiryumda tutma tekniği ve torakal ekspansiyon egzersizleri anlatıldı. Her iki grupta da katılımcılar uygulama sırasında fizyoterapist gözetimi altındaydı. Egzersizler

sırasında katılımcılardan arkası destekli bir sandalyede oturması istendi. Diyafragmatik solunum için katılımcılardan, sağ elini üst karnına, sol elini göğsünün üst tarafına yerleştirmesi, içinden dörde sayana kadar burnundan yavaş ve derin bir nefes alması, nefes alınan süre kadar havayı içeride tutması ardından dudaklarını büzerek nefesini boşaltması istendi. Maksimum inspiryumda tutma tekniği için katılımcılardan; maksimum nefes alıp bunu yaklaşık üç saniye sürdürmeleri ve dudaklarını büzerek nefesi vermeleri istendi (11). Torakal ekspansiyon egzersizleri için katılımcılardan; yavaş ve derin bir inspirasyon ile nefes alması, sonrasında sakın bir ekspirasyon ile nefesini vermesi istendi. Bu sırada da göğüs solunumu ve bilateral segmental solunum için katılımcılardan, karşılıklı olarak elleriyle kaburganın bitiş kısımlarından tutması istendi. Uygulama; ekspirasyon sonrasında akciğerin havalanması istenilen bölgesinin iz düşümü göğüs duvarı bölgesine, el ile uygulanan basınca karşı akciğerin o bölgesini şişirmeye çalışma şeklindeydi (12). Her bir egzersiz 10 tekrarlı olarak, günde 1 kez yapıldı. Her hafta tekrar sayısı 5 nefes artırıldı (13,14). Haftada 5 gün, 8 hafta boyunca program uygulandı.

Aletli egzersiz grubu katılımcılarından, hacim odaklı insentif spirometre olan Voldyne (Bıçakçılar Inc, B-Spiro 5000, Türkiye) ile toplam akciğer kapasitesine kadar nefes almaları ve en az 3 saniye boyunca sürekli inspirasyonu sürdürmeleri istendi. Egzersizler 1 set 10 tekrar ile başlayıp, her hafta 5 nefes olarak artırıldı (15–17). Haftada 5 gün, 8 hafta boyunca program uygulandı.

Çalışmanın etik yönü

Çalışmamız için, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 2023-388 sayı ve 14.09.2023 tarihinde onay alındı, clinicaltrial.gov internet sitesine kaydedildi (Kayıt Numarası: NCT06303479) ve Helsinki Deklerasyonuna uygun olarak gerçekleştirildi. Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı.

Çalışmamız, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklendi (Başvuru No: 1919B012300336).

Çalışma sonuç ölçümleri

Katılımcıların yaş, cinsiyet, VKİ (Vücut Kitle İndeksi) gibi demografik bilgileri demografik veri formuna kaydedildi. Çalışmanın birincil sonuç ölçümü fiziksel aktivite seviyesi, solunum fonksiyon testi parametreleri; ikincil sonuç ölçümü ise sadece solunum fonksiyon testi parametreleri idi. Solunum fonksiyon testi Cosmed Pony Fx marka (COSMED Inc., İtalya) solunum fonksiyon testi cihazı ile Amerikan Solunum Derneği son kılavuzlarına uygun olarak gerçekleştirildi (18). Zorlu Ekspiratuar Volüm Birinci Saniye (FEV1), Zorlu Vital Kapasite (FVC), Tiffeneau İndeksi (FEV1\FVC), Tepe Ekspiratuar Akış (PEF) parametreleri dikkate alındı.

Fiziksel aktivite seviyesi Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (UFAA-KF) ile değerlendirildi ve katılımcıların program boyunca herhangi bir egzersiz programına dahil olmamaları istendi. UFAA, bireyler arasında fiziksel aktivitenin ölçülmesi için tasarlanmış bir formdur. Soru niteliklerine göre kısa ve uzun olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kısa form, boş zamanlardaki fiziksel aktiviteleri, ev ve bahçe faaliyetlerini, işle ilgili fiziksel aktiviteleri, ulaşım ile ilgili fiziksel aktiviteleri içermektedir. Değerlendirilen aktiviteler; yürüyüş, orta yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu aktiviteler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu aktiviteler kendi içerisinde ayrı ayrı puanlandırılmaktadır. Kısa form için toplam puan yürüyüş, orta yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu aktivitelerin süresi (dakika) ve sıklığı (gün) değerlendirilerek aktiviteler için harcanan Metabolik Eşdeğer (MET) ile hesaplanmaktadır (19). Yürüme için 3.3 MET,

orta yoğunluklu aktivite için 4 MET, yüksek yoğunluklu aktivite için 8 MET şeklinde belirlenen standart değerlerden yararlanılır. Daha sonra bireyler aktiflik seviyelerine göre gruplandırılır. Bunlar inaktif (<600 MET-dk/hafta), minimal aktif (600-3000 MET-dk/hafta) ve çok aktif (>3000 MET-dk/hafta) olmak üzere 3 gruba ayrılır (20).

Birincil ve ikincil yapılan tüm değerlendirmeler aynı değerlendiriciler tarafından yapıldı.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler, SPSS (sürüm 26, ABD) paket programı kullanılarak yapıldı. Tüm değişkenlerin dağılımının normalliğini test etmek için Shapiro-Wilk istatistiği kullanıldı. Örneklem sayısının ve grup içi değişimlerin (Δ) standart sapmalarının çok büyük olması nedeniyle karşılaştırmalarda parametrik olmayan testler kullanıldı. Grupların tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, grup bazındaki karşılaştırmalarda ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Parametrik olmayan değişkenler medyan (minimum-maksimum) olarak, tanımlayıcı değişkenler ise yüzde olarak ifade edildi. Kategorik değişkenler için ki-kare testi kullanıldı. Tüm testlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Örneklem büyüklüğünün hesaplanması

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, G-Power programı kullanılarak, Tip 1 hata miktarı 0.05 testin gücü 0.85 iken aralarındaki etki farkını bulabilmek için aletsiz solunum egzersizleri yapan birey sayısı minimum 13, aletli solunum egzersizi yapan birey sayısı minimum 13 olmak üzere toplam birey sayısı 26 olarak belirlendi (21). Fakat bireylerin çalışmadan herhangi bir sebeple ayrılma ihtimallerine karşı çalışmaya 28 birey dahil edildi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmaya 26 kadın ve 2 erkek olmak üzere toplam 28 genç erişkin katılımcı dahil edildi. Tablo 1'e göre grupların başlangıç ve demografik özellikleri karşılaştırıldığında yaş

($p=0,017$) ve vücut kitle indeksi ($p=0,023$) dışında grupların benzer özelliklerde olduğu belirlendi.

Tablo 1. Demografik özellikler ve başlangıç klinik durum

	Aletli solunum egzersiz grubu (n=13)	Aletsiz solunum egzersiz grubu (n=15)	Z	P
	Medyan(min-max)	Medyan(min-max)		
Demografik özellikler				
Yaş, yıl	±21(20-22)	±22(19-26)	-2,396	0,017
Cinsiyet(Erkek/Kadın) n(%)	1/12 (7,7/92,3)	1/14(6,7/93,3)		0,916
VKI, kg/m ²	20,20(16,44-25,51)	22,94(18,67-26,99)	-2,281	0,023
Solunum fonksiyon testi parametreleri				
FVC, lt	3,45(2,70-5,57)	3,34(2,45-5,04)	-0,346	0,730
FVC%	92(73-119)	95(69-110)	-0,300	0,764
FEV1, lt	2,78(1,82-4,50)	3,02(1,72-3,89)	-0,115	0,908
FEV1%	84(57-116)	87(54-108)	-0,069	0,945
FEV1/FVC	80(67-91)	81(56-91)	-0,069	0,945
PEF, lt	4,18(2,24-9,38)	3,75(1,72-7,53)	-0,253	0,800
PEF%	58(32-103)	52(24-87)	-0,115	0,908
UAFA-KF				
Yürüyüş, MET	849(0-3784)	990(0-2814)	-0,092	0,926
Orta FA, MET	0(0-806)	0(0-983)	-0,025	0,980
Şiddetli FA, MET	0(0-1814)	206(0-1966)	-1,281	0,200
Total, MET	110(0-6114)	1402(0-4840)	-0,069	0,945

VKI: Vücut Kitle İndeksi, FVC: Zorlu Vital Kapasite, FEV1: 1. Saniyedeki Ekspiratuar Volüm, FEV1/FVC: Tiffeneau İndeksi, PEF: Tepe Ekspiratuar Akış, UAFA-KF: Uluslararası fiziksel aktivite kısa formu. Veriler sayı (yüzde) veya ortanca (minimum- maksimum) olarak verilmiştir.

Tablo 2'ye göre grupların 8 haftalık egzersiz programı sonrası grup içi değişimleri incelendiğinde aletli solunum egzersizi grubunda FEV1/FVC (p=0,032), PEF (p=0,023) ve PEF% (p=0,013) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, aletsiz solunum egzersizi grubunda sadece PEF litre (p=0,002) değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Gruplar arası fark analizinde ise, gruplar arası fark saptanmadı ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi (p>0,05).

Yetişkinlikte obezite veya kilo alımının, zorlu vital kapasite (FVC) veya 1. saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim (FEV) gibi parametrelerin akciğer fonksiyonlarına zararlı etkileri vardır. Yapılan çalışmalar ile yetişkinlikte aşırı kilo alımının, yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak daha düşük

akciğer fonksiyonu düzeyleriyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (22). Bu bilgiler doğrultusunda, VKİ'nin akciğer fonksiyonlarını etkilememesi için çalışmamıza normal (18,5- 24,9 kg/m²) değerlere sahip bireyler dahil edildi.

Yaşın artmasıyla birlikte solunum kaslarının gücü, akciğerlerin elastikiyeti, göğüs kafesinin esnekliği ve solunum hacimleri azalır. Bu nedenle FEV1'deki düşüş, FVC kaybından daha belirgin olur (23). Bunu göz önünde bulundurarak yaş ile birlikte oluşabilecek fonksiyon kaybının çalışmamızı etkilememesi için dahil edilme kriteri olarak 18-30 yaş aralığını belirledik. Fakat iki grup arasında yaş bakımından anlamlı fark bulunuyordu. Çalışmanın randomize dizaynı ve körlük uygulanmamış olması dolayısıyla bu dağılıma müdahale edilememiştir.

Tablo 2. Grup içi ve gruplar arası solunum fonksiyon testi parametreleri değerlerin karşılaştırılması

Solunum fonksiyon testi parametreleri	Aletli solunum egzersiz grubu (n=13)				Aletsiz solunum egzersiz grubu (n=15)				Gruplar arası fark analizi	
	Başlangıç median (min-max)	Bitiş median (min-max)	Delta	P	Başlangıç median (min-max)	Bitiş median (min-max)	Delta	P	z	P
FVC, lt	3,45 (2,70-5,57)	3,41 (2,90-5,52)	0,01 (-0,27-0,44)	0,456	3,34 (2,45-5,04)	3,31 (2,47-4,94)	0,02 (-0,30-0,26)	0,932	-0,553	0,580
FVC%	92 (73-119)	93 (78-118)	0 (-8-12)	0,472	95 (69-110)	93 (70-109)	1 (-9-7)	0,850	-0,509	0,611
FEV ₁ , lt	2,78 (1,82-4,50)	3,21 (2,25-4,40)	0,19 (-0,35-0,94)	0,069	3,02 (1,72-3,89)	2,88 (1,75-3,90)	0,01 (-1,31-0,60)	0,589	-1,246	0,213
FEV ₁ %	84 (57-116)	91 (70-117)	6 (-12-31)	0,069	87 (54-108)	89 (56-106)	0 (-40-17)	0,529	-1,107	0,268
FEV ₁ /FVC	80 (67-91)	87 (77-94)	4 (-12-23)	0,032	81 (56-91)	84 (59-96)	3 (-32-13)	0,147	-0,972	0,331
PEF, lt	4,18 (2,24-9,38)	5,50 (2,68-9,57)	0,550 (-1,58-3,55)	0,023	3,75 (1,72-7,53)	4,29 (1,75-6,44)	0,53 (-1,76-3,18)	0,002	-0,968	0,333
PEF%	58 (32-103)	73 (38-106)	6 (-24-49)	0,013	52 (24-87)	62 (30-87)	7 (-18-43)	0,268	-0,485	0,628

VKI: Vücut kitle indeksi, FVC: Zorlu vital kapasite, FEV₁: 1. Saniyedeki ekspiratuar volüm, FEV₁/FVC: Tiffeneau indeksi, PEF: Tepe ekspiratuar akış. Veriler sayı (yüzde) veya ortanca (minimum- maksimum) olarak verilmiştir.

Elde ettiğimiz verilere göre telerehabilitasyon yardımıyla uygulanan aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin akciğer hacimleri üzerine olumlu etkileri vardır, yöntemlerin ise birbirlerine göre üstünlükleri yoktur ve benzer kazanımlar sağlamaktadır. Akciğer hacim ve kapasitelerini artırmasında, aletli veya aletsiz çeşitli solunum egzersizleri kullanılmaktadır. Büzük dudak solunumu, lokal ekspansiyon, diyafragmatik solunum gibi egzersizler akciğer hacim ve kapasitelerini artırmak için yapılan aletsiz egzersiz çeşitlerinden birkaçıdır (24). Dinamik üst ekstremité egzersizi ile birleştirilmiş bir nefes egzersizi programının sağlıklı yetişkinlerin solunum fonksiyonları üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada diyafragmatik solunuma ek olarak uygulanan dinamik üst ekstremité egzersizinin, FVC değerinde önemli derecede yükselişe neden olduğu görülmüş ve solunum terapisine ihtiyaç duyan kişilerde bu egzersiz programının dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (21). Sağlıklı bireylerde ve KOAH hastalarında solunum egzersizlerinin akciğerlerin ventral ve dorsal bölgelerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunun araştırıldığı bir diğer çalışmada, tüm katılımcılara diyafragmatik solunum, tam inhalasyon ile büyük dudak solunumu ve diyafragmatik solunumu ile büyük dudak solunumu egzersizleri uygulanmıştır. Ventilasyon dağılımları ise Elektriksel Empedans Tomografisi (EIT) ile değerlendirilmiştir. Yapılan araştırma ile her iki grupta da tidal

hacmin, sessiz tidal solunuma göre daha büyük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, EIT tabanlı parametreler için ise yalnızca sağlıklı gönüllülerde istatistiksel anlamda farklılık olduğu görülmüştür (25). Çalışmamızda aletsiz olarak yapılan diyafragmatik solunum egzersizleri, maksimum inspiryumda tutma tekniği ve torakal ekspansiyon egzersizlerinin sağlıklı bireylerin solunum fonksiyon parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yalnızca PEF% değerinde anlamlı bir gelişme sağlandığı bulunmuştur. Bu durumun nedeni, katılımcılar her ne kadar gözetimli olarak egzersizlerini yapmış olsalar da görsel olarak da bir geri bildirim olmadığı için istenilen maksimum seviyelerde inspiryum yapamamış olabileceklerini düşünmekteyiz.

Aletsiz solunum egzersizleri dışında akciğer hacim ve kapasitelerini artırmak için kullanılan birçok terapötik cihaz çeşidi mevcuttur. İnspitif spirometre bu egzersiz aletlerinden biri olmakla birlikte hacim ve akış odaklı olarak farklı şekillerde kullanılabilmektedir (26,27). Yapılan çalışmalarda hacim odaklı cihazların solunum parametrelerini geliştirmede daha etkili olduğu belirtilmiştir. Yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada hacim odaklı spirometrenin, göğüs duvarı ve karın kompartmanları hacminde, akış odaklı spirometreye göre daha fazla artışa neden olduğu bildirilmiştir (6,7).

Sağlıklı gençlerde yapılan başka bir çalışmada solunum kas kuvvetinin

güçlendirilmesinde eşik inspiratuar kas eğitimi ve Voldyne'in etkinliği karşılaştırılarak, Voldyne gibi spirometrelerin akciğer hacminin artmasını teşvik etmek amacıyla klinik uygulamada yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir (28). Literatürde bahsedilen avantajlardan faydalanmak için Voldyne'ı kullandığımız çalışmamızda, rehabilitasyon sonrasında solunum fonksiyon parametrelerinde anlamlı iyileşmeler saptadık. Çalışmamızda aletsiz uygulanan solunum egzersizlerinin ise sayısal olarak spirometrik parametrelerin çoğunda olumlu etkilere sahip olmakla birlikte, elde edilen kazanımların sadece PEF değerinde istatistiksel bir anlamlılık olduğu belirlenmiştir. Gruplar arası fark ise yoktur. Bu sonuçlar volüm kazanımı hedeflenen katılımcılarda, her iki yöntemin de uygulanabileceğini göstermektedir.

Sağlıklı erişkinlerde telerehabilitasyon yoluyla yapılan solunum ve gevşeme egzersizlerinin korku, kaygı, uyku kalitesi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmanın sonucunda telerehabilitasyon yönteminin etkili ve uygulanabilir bir yaklaşım olduğu bildirilmiştir (29). Fizyoterapide telerehabilitasyona ilişkin sistematik bir derlemeye göre, hastanede yapılan rehabilitasyonla karşılaştırılabilir düzeyde iyi sonuçlar sunan çalışmalar olduğu, bu nedenle etkili bir yöntem olarak tercih edilebileceği belirtilmiştir (30). Bu çalışmalar doğrultusunda tüm hastaların aynı anda katılımını ve ev programı takibinin kesintisiz sürdürülmesine olanak sağladığı için telerehabilitasyon yöntemini kullandık. Aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin uygulandığı her iki telerehabilitasyon programımız sonucunda da solunum fonksiyonlarında iyileşmeler tespit ettik. Çalışmamızda telerehabilitasyonun uygulanması ile ilgili herhangi bir sorun yaşanmamıştır.

Yetişkin ve erkek 23 gönüllü futbol hakemlerinin katıldığı çalışmada, farklı solunum

kası egzersizlerinin maksimal oksijen tüketimi (maksVO_2) ve akciğer fonksiyonları üzerine akut etkisi incelenmiştir. Katılımcılara farklı günlerde aletli solunum kası ısınması, diyafragmatik solunum kası ısınması ve plasebo olmak üzere üç farklı solunum kası ısınması uygulanmıştır. Aletli solunum kası ısınması için egzersiz yükü Powerbreathe K5 cihazı ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda farklı solunum kası egzersizlerinin solunum parametrelerinde ve maksVO_2 düzeylerinde artış meydana getirdiği, bu artışın ise aletli solunum kası ısınmasında daha fazla olduğu görülmüştür (31). Genç ve erkek 34 sağlıklı katılımcının dahil olduğu bir çalışmada solunum kas kuvvetlendirme eğitimi ile büyük dudak solunum egzersizlerinin akciğer hacim ve kapasitelerine etkisi incelenmiştir. Katılımcılara egzersiz yükü, süresi ve sıklığı anlatılarak egzersiz programı öğretilmiş ve 6 hafta boyunca katılımcıların kendisinin egzersiz programını uygulaması istenmiştir. Çalışmanın sonunda her iki grup arasında belirgin bir fark görülmemiştir (32). Çalışmamızda da gruplar arasında yapılan analizde iki grup arasında solunum parametreleri değerlerinde anlamlı fark görülmemiştir.

Çalışmamız, sağlıklı genç erişkinlerde yapılan solunum egzersizlerini karşılaştıran çalışma olması ve uzaktan rehabilitasyon programı içermesi sebebiyle literatürü destekler niteliktedir. Ancak literatürde fizyoterapist gözetiminde telerehabilitasyon yöntemi ile sağlıklı genç erişkinler üzerinde uygulanan aletli ve aletsiz solunum egzersiz programlarının etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamız literatüre katkı sağlayacaktır.

Çalışmada sadece sağlıklı yetişkinlerin değerlendirilmiş olması, katılımcıların çoğunluğunun kadın cinsiyetten oluşması, VKİ ve yaşın gruplar arasında farklı dağılımı çalışmamızı sınırlandıran faktörlerdendir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda telerehabilitasyon yöntemiyle gerçekleştirilen aletli ve aletsiz solunum egzersizlerinin çeşitli solunum parametrelerini geliştirdiği ancak her iki uygulama arasında anlamlı belirgin bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Her iki

uygulama da akciğer hacimlerini geliştirmektedir ve kliniklerde hasta profiline göre birbirlerinin yerine kullanılabilir. Telerehabilitasyon ise solunum egzersizleri açısından etkili bir seçenektir.

KAYNAKLAR

1. Tatsios PI, Grammatopoulou E, Dimitriadis Z, Papandreou M, Paraskevopoulos E, Spanos S, et al. The effectiveness of spinal, diaphragmatic, and specific stabilization exercise manual therapy and respiratory-related interventions in patients with chronic nonspecific neck pain: systematic review and meta-analysis. *Diagnostics* (Basel). 2022;12(7):1598.
2. Dhalla Z. Student sleep patterns when exposed to mindfulness reminders [honours thesis]. Williamsburg (VA): College of William & Mary; 2022 [cited 2025 Dec 17]. Available from: <https://scholarworks.wm.edu/honorstheses/1893>
3. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques. 7th ed. Philadelphia: F.A. Davis; 2017.
4. Franklin E, Anjum F. Incentive spirometer and inspiratory muscle training. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2025 May 16]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572114/>
5. Ubolsakka-Jones C, Tasangkar W, Jones DA. Comparison of breathing patterns, pressure, volume, and flow characteristics of three breathing techniques to encourage lung inflation in healthy older people. *Physiother Theory Pract*. 2019;35(12):1283–1291.
6. Sukatan Z, Aktuğ ZB, İbiş S, Yavuz G, Pişkin NE. Acute effect of different respiratory muscle on warm-up on respiratory parameters. *J Hum Sci*. 2022;19(4):550–560.
7. Özden F, Arık AF, Tuğay N. Current telerehabilitation approaches in orthopaedic physiotherapy. *Türkiye Klin J Health Sci*. 2020;5(2):354–360.
8. Hüzmeli ED, Duman T, Yıldırım H. Efficacy of telerehabilitation in patients with stroke in Turkey: a pilot study. *Türk J Neurol*. 2017;23(1):21–25.
9. Vieira AGS, Pinto ACPN, Garcia BMSP, Eid RAC, Mól CG, Nawa RK. Telerehabilitation improves physical function and reduces dyspnoea in people with COVID-19 and post-COVID-19 conditions: a systematic review. *J Physiother*. 2022;68(2):90–98.
10. Cox NS, Dal Corso S, Hansen H, McDonald CF, Hill CJ, Zanaboni P, et al. Telerehabilitation for chronic respiratory disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; 1(1):CD013040.
11. Irwin S, Tecklin JS. Cardiopulmonary physical therapy: a guide to practice. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2004
12. Breathe better with these nine exercises. New York Times [Internet]. 2020 Jul 18 [cited 2025 Dec 17]. Available from: <https://www.nytimes.com/2020/07/18/at-home/coronavirus-breathing-exercises.html>
13. Chen YF, Huang XY, Chien CH, Cheng JF. The effectiveness of diaphragmatic breathing relaxation training for reducing anxiety. *Perspect Psychiatr C*. 2017;53(4):329–336.
14. Kara D, Yıldız H, Ertürk A, Gürsel A, Köktürk F, Akansel N. Kronik obstrüktif akciğer hastalarına uygulanan pursed lip ve diyafragmatik solunum egzersizlerinin dispne şiddeti ve solunum fonksiyon testleri üzerine etkisi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilim Derg*. 2013;16(4):219–226.
15. Afonso MG, Arroyo LH, Gastaldi AA, Assalin ACB, Yamamura M, Girão FB. Teaching and learning strategies in home enteral nutritional therapy: knowledge gains perceived by caregivers. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2023;31:e3888.
16. Csepregi É, Gyurcsik Z, Veres-Balajti I, Nagy AC, Szekanecz Z, Szántó S. Effects of classical breathing exercises on posture, spinal and chest mobility among female university students compared to currently popular training programs. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(6):3728.
17. Weiner P, Man A, Weiner M, Rabner M, Waizman J, Magadle R, et al. The effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on pulmonary function after lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1997;113(3):552–557.
18. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319–338.
19. Demircioğlu A, Dağ O, Özkal Ö. Validity and reliability of Turkish version of the Recent Physical Activity Questionnaire. *Cukurova Med J*. 2021;46(2):742–755.
20. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381–1395.
21. Han JW, Kim YM. Effect of breathing exercises combined with dynamic upper extremity exercises on the pulmonary function of young adults. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(2):405–409.
22. Peralta GP, Marcon A, Carsin AE, Abramson MJ, Accordini S, Amaral AF, et al. Body mass index and weight change are associated with adult lung function trajectories: the prospective ECRHS study. *Thorax*. 2020;75(4):313–320.
23. Frohnhofen H, Schlitzer J, Stieglitz S. Lung function test in advanced age. *Z Gerontol Geriatr*. 2022;55(7):603–612.
24. Kim S, Roth WT, Wollburg E. Effects of therapeutic relationship, expectancy, and credibility in breathing therapies for anxiety. *Bull Menninger Clin*. 2015;79(2):116–130.
25. Yang L, Zhao K, Gao Z, Fu F, Wang H, Wang C, et al. The influence of breathing exercises on regional ventilation in healthy and patients with chronic obstructive pulmonary disease. *COPD*. 2023;20(1):248–255.
26. Mang H, Obermayer A. Imposed work of breathing during sustained maximal inspiration: comparison of six incentive spirometers. *Respir Care*. 1989;34(12):1122–1128.
27. Weindler J, Kiefer RT. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest*. 2001;119(6):1858–1864.
28. Barros TC, Pinheiro ÂJS, Oliveira LN, Zani HP, Vento DA. Treinamento respiratório em indivíduos saudáveis. *Rev Educ Saúde*. 2018;6(2):25–30.
29. Kepenek-Varol B, Zeren M, Dinçer R, Erkaya S. Breathing and relaxation exercises help improving fear of COVID-19, anxiety, and sleep quality: A randomized controlled trial. *J Integr Complement Med*. 2022;28(7):579–586.
30. Seron P, Oliveros MJ, Gutierrez-Arias R, Fuentes-Aspe R, Torres-Castro RC, Merino-Osorio C, et al. Effectiveness of telerehabilitation in physical therapy: a rapid overview. *Phys Ther*. 2021;101(6):pzab053.
31. Aktuğ ZB, Yavuz G, Pişkin NE, Aka H, İbiş S. Acute effect of different respiratory muscle exercises on maximal oxygen consumption and lung functions. *Türk J Sports Med*. 2022;57(2):79–85.
32. Şerifoğlu H, Çetinkaya C, Kayatekin B. Sağlıklı bireylerde yapılan aletli solunum egzersizleri ile aletsiz solunum egzersizlerinin akciğer hacim ve kapasitelerine etkisinin incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi Spor Bilim Derg*. 2021;19(1):127–136.