

Bronşektazi'de Pulmoner Rehabilitasyon

Pulmonary Rehabilitation in Bronchiectasis

Şeyda YILDIZ¹, Esra PEHLİVAN²

ÖZ

Bronşektazi; bronşların anormal, kalıcı ve geri dönüşü olmayan dilatasyonu ile karakterize klinik olarak öksürük, balgam üretimi ve tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan kronik inflamatuvar bir akciğer hastalığıdır. Bronşektazinin altta yatan birçok nedeni vardır. Bronşektazide pulmoner rehabilitasyon; egzersiz eğitimi, hava yolu temizleme teknikleri, kas-iskelet sistemine yönelik yaklaşımlar, solunum işini azaltmaya dayalı teknikler ve hasta eğitimini içermektedir. Bronşektazili hastalara kişiselleştirilmiş pulmoner rehabilitasyon programları planlanıp uygulanması yaşam kalitesini ve fiziksel kapasiteyi artırmak açısından oldukça değerlidir. Rehabilitasyonun uzun vadeli sonuçları ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Geleneksel pulmoner rehabilitasyon programlarının bronşektazi için optimize edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bronşektazi, Havayolu Temizliği, Pulmoner Rehabilitasyon

ABSTRACT

Bronchiectasis; It is a chronic inflammatory lung disease characterized by abnormal, persistent and irreversible dilation of the bronchi, clinically causing cough, sputum production and recurrent respiratory tract infections. There are many underlying causes of bronchiectasis. Pulmonary rehabilitation in bronchiectasis; exercise training, airway clearance techniques, musculoskeletal approaches, techniques based on reducing work of breathing, and patient education. Planning and implementing personalized pulmonary rehabilitation programs for patients with bronchiectasis is very valuable in terms of increasing the quality of life and physical capacity. More studies are needed on the long-term outcomes of rehabilitation. Traditional pulmonary rehabilitation programs need to be optimized for bronchiectasis.

Key Words: Bronchiectasis, Airway Clearance, Pulmonary Rehabilitation

Giriş

Bronşektazi; bronşların anormal, kalıcı ve geri dönüşü olmayan dilatasyonu ile karakterize klinik olarak öksürük, balgam üretimi ve tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan kronik inflamatuvar bir akciğer hastalığı olarak tanımlanmıştır (1,2). Bronş dilatasyonunun geri dönüşü olmayan bir yapıya sahip olduğu düşünülse de, radyografi ile belirlenen hafif bronşektazinin, erken tedavi edilirse herhangi bir yaşta geri dönüşümü olabileceği ve hastalığın ilerlemesi ile ilişkili akciğer fonksiyonu düşüşünü durdurulabileceği belirtilmiş ve böylece 'geri dönüşü olmayan'

kelimesinin tanımdan çıkarılması önerilmiştir (3).

Öksürük, balgam üretimi ve dispne bronşektazide en sık görülen semptomlardır ancak, yorgunluk, hemoptizi, rinosinüzit ve göğüs ağrısı da yaygındır (4). Periferik kas disfonksiyonu; kas zayıflığı, azalmış dayanıklılık, yüksek düzeyde yorgunluk ve dispne ile ilişkili bu hastalığın ortak bir özelliğidir (5).

Bronşektazinin altta yatan birçok nedeni vardır. Bunlar, şiddetli pnömoni veya tüberküloz

¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon ABD.; ORCID: 0000-0002-3917-2286, e-posta: seyda.yildiz@istun.edu.tr

² Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü; Doç Dr., ORCID: 0000-0002-1791-5392, email: esra.pehliwan@sbu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 15.02-2022, **Kabul Tarihi/Accepted:** 23.05.2022 **Çevrimiçi Yayın Tarihi/Available Online Date:** 28.02.2023

Doi: 10.57224/jhpr.1065841

Sorumlu yazar/Correspondence: Şeyda YILDIZ. e-posta: seyda.yildiz@istun.edu.tr

Cite this article as: Yıldız Ş, Pehlivan E. Pulmonary Rehabilitation in Bronchiectasis. J Health Pro Res 2023;5(1):70-80.

sonrası enfeksiyonları, Kistik Fibrozis ve Marfan sendromu gibi konjenital durumları; aspirasyon sendromlarını; birincil veya ikincil immün yetmezlik; alerjik bronkopulmoner aspergilloz (ABPA) gibi aşırı duyarlılık bozukluklarını; romatizmal durumları; veya bağ dokusu hastalıklarını içerebilir (6-8). Hastaların yaklaşık %50'si idiyopatik olarak belirtilir (6,9). Bronşektazinin altta yatan nedenini belirlemek, hastalarda tedavi stratejisine ve yönetimine rehberlik ettiğinden önemlidir (9). Erişkinlerde postenfeksiyöz nedenler ön planda iken çocukluk dönemi bronşektazisinde kistik fibrozis önemli yer tutmaktadır. Bronşektazinin diğer solunum sistemi hastalıkları ile birlikteliği de oldukça yaygındır. Orta-şiddetli Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) olan bireylerin %50'ye kadarında bronşektazi bildirilmiştir. Ayrıca astım için tanı kriterlerini karşılayan hastalarda da nispeten yaygın görülmektedir (10). Bronşektazi idiyopatik olarak nitelendirilmeden evvel kistik fibrozis mutasyonları, "alerjik bronkopulmoner aspergilloz", "tüberküloz olmayan mikobakteri" enfeksiyonu mutlaka ekarte edilmelidir (11).

Bronşektazi yaşa bağlı bir hastalıktır, yaşlılarda şiddetli hastalık prevalansında belirgin bir artış gözlenir. Hastalığın insidans, prevalans ve klinik özelliklerinde bazı coğrafi farklılıklar mevcuttur. Ayrıca hastalığın kadınlarda daha yüksek oranlarda görüldüğü ifade edilmiştir. Yaşam koşullarının iyileşmesi, solunum yolu enfeksiyonlarının tedavisinde iyileşme ve aşılama sebepleriyle son yıllarda bronşektazi görülme sıklığında düşüş beklense de, araştırmalar hem prevalans hem de insidans oranlarında bir artış olduğunu belirtmiştir. Bu durumun olası nedenlerinin, hastaları değerlendirmek için tomografi taramalarının kullanım sıklığının artması ve bronşektazi gelişim riskinin yüksek olduğu bronşektazi ile ilişkili hastalıklarda rutin çalışmaların artması nedeniyle artan tanınma olduğu tahmin edilmektedir (12).

Bronşektazi patofizyolojisinde en yaygın olarak kabul edilen model Peter Cole'un ortaya attığı, inflamasyon, hava yolu tahribatı, anormal mukosilyer klirensi ve bakteriler tarafından enfeksiyon veya kolonizasyondan oluşan bir "kısır döngü" modelidir. Bu döngüye göre; kronik hava yolu enfeksiyonu, en sık *Haemophilus influenzae* ve *Pseudomonas aeruginosa* ile kalıcı enfeksiyona zemin hazırlar (13). Bu modelde, yatkın bir birey, pulmoner

enfeksiyona veya doku hasarına karşı güçlü bir inflamatuvar yanıt geliştirir. Ortaya çıkan bu yanıt hava yollarındaki yapısal hasardan sorumludur. Yapısal anormallikler ve devam eden kronik enfeksiyonu destekleyen kısır döngü mukus stazına izin verir. Bronşektazide mukusun kendisi genellikle anormaldir. Zamanla, tutulan balgam, hava yolu tıkanıklığına, obliterasyona ve daha ileri bronşektazi ile sonuçlanan hasara neden olabilir. Nötrofiller, lenfositler ve makrofajları içeren bu inflamatuvar yanıt, daha fazla hava yolu tahribatına neden olur. Bu döngünün nasıl başlatıldığı, etiyojiye göre farklılık gösterebilir. Terapi, mukus stazı, enfeksiyon, inflamatuvar yanıt ve hava yolu tahribatının bu kısır döngüsünü kırmaya odaklanır (14). Çoğu kanıt bu hastalık modelini desteklemektedir, ancak bu modelde önemli boşluklar bulunduğunu örneğin, enfeksiyon yokluğunda inflamasyon ve bronşektazi oluşabileceği söyleyen çalışmalar da mevcuttur (15).

Bronşektazili bireylerde mukosilyer klirens; yapısal bronşektazi, hava yolu dehidrasyonu, aşırı mukus hacmi ve viskozitenin etkisiyle bozulur ve hastaların %70'inden fazlası, oldukça değişken balgam hacimleriyle günlük balgam çıkarır (16). Bunun yanı sıra periferik kas gücündeki azalma, aerobik ve fonksiyonel kapasitelerde düşüş ve günlük yaşam aktivitelerinde zorluk ile birlikte daha inaktif kişiler olmaktadır (5,17). Bronşektazisi olan çocukların, maksimum egzersiz kapasitesinin azaldığı belirtilmiştir (18). Aynı yaştaki sağlıklı kontrollere kıyasla bronşektazili kişilerde solunum kas güçsüzlüğü bildirilmiştir (19). Orta ila şiddetli bronşektazisi olan kişilerde dinamik hiperinflasyon ve yüksek dispne seviyelerinde ekspiratuvar hava akımı kısıtlaması tanımlanmıştır. Bronşektazide dispne nedenleri çok faktörlüdür ancak ana faktörler yetersiz gaz değişimi ve değişen solunum mekaniğidir (20). Dispne, mortalitenin en güçlü nedenlerinden biridir (21).

Çalışmalar, bronşektazide devamlı bir kronik inflamasyonun varlığını göstermektedir. Uzun süreli inflamasyon, bronşiyal hasarda aktif bir rol oynar ve IL-6, IL-8 ve TNF-a gibi proinflamatuvar sitokinlerin artan salınımı ile karakterize edilen alevlenmiş bir nötrofilik tepkiye neden olur. İnflamatuvar yanıt, karmaşık bir sitokin ağı içinde meydana gelen etkileşimlere dayanır. Diğer kronik akciğer hastalıklarında gözlemlendiği gibi, bronşektazili bireylerin inflamatuvar seviyesi veya oksidatif

stresi ne kadar yüksekse, egzersiz ve fiziksel aktivite kapasitelerinin ve dayanıklılıklarının o kadar az olduğu sonucu çıkarılabilir (22).

Başarılı bir PR için günümüzde multidisipliner yaklaşım, kişiye özel değerlendirme ve program uygulanması gerekmektedir. Bu çalışma, Bronşektazi özelinde fizyoterapi yöntemlerini tanımlamak ve hastalara düzenlenecek rehabilitasyon programında uygun yöntemin seçilmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Bronşektazi’de Değerlendirme

Diğer tüm kronik hava yolu problemlerinde olduğu üzere, pulmoner rehabilitasyon programına dahil olan bronşektazili hastalarda da standart ön değerlendirme yapılır (Tablo 1). Bronşektazide sağlıkla ilgili yaşam kalitesini değerlendirmek için bir dizi araç kullanılmıştır. Sık kullanılan St George Solunum Anketi, Leicester Öksürük Anketi ve Bronşektazide Yaşam Kalitesi anketlerinin geçerliliğini, güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini destekleyen iyi kanıtlar vardır (23). Dispne algısı da bu hastalarda mutlaka değerlendirilmesi gereken bir parametre olup literatürde dispnenin varlığının ve şiddetinin istirahat sırasında kan gazı analizleri ve basit spirometrik ölçümler ile ölçümünün zorluğu bilinmektedir. Bu sebeple, dispne derecesi sıklıkla kısmen objektif olan özel ölçekler desteği ile değerlendirilmektedir. Araştırmalar incelendiğinde en sık kullanılan tek yönlü ölçekler, Vizüel Analog Skalası (VAS)“ ve “Modifiye Borg Skalası” (MBS)‘ dir. Dispne şiddeti ile konuşma ve günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki dispne yanında; depresyon, korku, solunum esnasında harcanan çaba da dahil olmak üzere birçok parametreyi ölçmeyi sağlayan çok yönlü dispne ölçeklerinden en yaygın kullanılan ölçekler ise “Bazal Dispne İndeksi (BDİ)/ Geçiş Dispne İndeksi (GDİ)”dir (24). Hastaların egzersiz kapasitelerini belirlemek amacıyla alan testleri kullanılabilir (20). Bronşektazide egzersiz kapasitesini belirlemede duyarlı ve güvenilir olan yöntemler arasında Artan Hızda Mekik Yürüme Testi (AHMYT) ve Altı Dakika Yürüme testi (6DYT) sayılabilir (11). 2018 yılında Türkiye’de yapılan bir araştırmada artan yaş ve cinsiyet, Kistik Fibrozis dışı bronşektazilerde AHMYT mesafesinin azalmasına katkıda bulunan faktörler arasında bulunmuştur. Yine aynı çalışmada AHMYT mesafesi ile el kavrama kuvveti ve alt ekstremitte kas endüransı arasında zayıf bir ilişki saptanmıştır (25). Katılımcıların periferik kas kuvveti (kuadriseps, omuz

abdüktörü ve el kavrama kuvveti) dijital dinamometreler yardımı ile ölçülürken periferik kas endüransı çömleme testi ile değerlendirilebilir (20). Solunum fonksiyon testleri de bronşektazili hastaların değerlendirme ve takibinde oldukça sık kullanılmaktadır. Tanılı hastaların büyük çoğunluğunda, bilhassa ağır olmayan vakalarda obstrüktif bozukluk gözlenir, FEV1 ve FVC değerleri sıklıkla düşük seyredir (26). Hastalığın günlük yaşamı etkileyen semptomları nedeniyle anksiyete ve depresyon skorlamaları ve psikolojik değerlendirmeler de bu hasta grubunda oldukça önem kazanmaktadır. Gerekli durumlarda hastaya ve ailesine psikolojik destek verilmelidir. Tüm bu değerlendirmeler neticesinde multidisipliner yaklaşım ile kişiye özel egzersiz programları oluşturulup uygulanmalı ve hasta eğitimleri verilmelidir (11).

Tablo 1. Bronşektazi’de Değerlendirme

Subjektif Değerlendirme	
Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi	St George Solunum Anketi
	Leicester Öksürük Anketi
	Bronşektazide Yaşam Kalitesi anketi
Dispne Algısı	Bronşektazi Sağlık Anketi
	VAS (Vizüel Analog Skalası)
	MBS (Modifiye Borg Skalası)
Yorgunluk Algısı	BDİ (Bazal Dispne İndeksi) / GDİ (Geçiş Dispne İndeksi)
	Yorgunluk Etki Ölçeği
	Yorgunluk Şiddet Ölçeği
Psikososyal Değerlendirme	Hastalık Algısı Ölçeği
	Beck Depresyon Envanteri
	Sürekli Kaygı Envanteri
Objektif Değerlendirme	
Egzersiz Kapasitesi	KPET (Kardiyopulmoner Egzersiz Testi)
	AHMYT (Artan Hızda Mekik Yürüme Testi)
	6DYT (Altı Dakika Yürüme testi)
Kas İskelet Sistemi	Postür Analizi
	Kısalık ve Esneklik Testi

Bronşektazi’de Pulmoner Rehabilitasyon

Kronik solunum hastalarının tıbbi tedavisinin standart bir bileşeni olarak kabul edilen Pulmoner Rehabilitasyon 2013 yılında Amerikan Toraks Derneği ve Avrupa Solunum Derneği tarafından ortaklaşa hazırlanan raporda;

“detaylı bir hasta değerlendirmesi neticesinde, sadece egzersiz eğitiminden ibaret olmayan, eğitim ve davranış değişikliğini içeren, kronik solunum hastalığı olan bireylerin fiziksel ve psikolojik durumunu düzeltmeye yönelik sağlığı geliştirici davranışlara uzun dönem uyumun tesis edildiği yöntemlerin de dahil olduğu, hastaya özgü tedavileri esas alan kapsamlı yaklaşımlar” olarak tanımlanmıştır (27).

Bronşektazide tedavinin amaçları alevlenmeleri önlemek, ilerleyici akciğer hasarını, hava akımı obstrüksiyonunu ve semptomları azaltmak; yaşam kalitesini, egzersiz kapasitesini iyileştirmek ve hastalığın ilerlemesini durdurma (13). Bronşektazinin yönetimine yönelik uluslararası ve ulusal kılavuzlar, inflamasyonu en aza indirmenin, hava yolu açıklığını optimize etmenin ve yapısal akciğer hastalığını ele almanın önemini vurgulamıştır (17,28–30). Antibiyotikler, antiinflamatuvar ajanlar, mukolitikler, hava yolu temizleme tedavisi ve egzersiz eğitimi dahil olmak üzere bronşektazinin optimal yönetimini sağlamak için çeşitli müdahaleler uygulanmaktadır (27). Bronşektazideki tüm klinik incelemeler ve güncel kılavuzlar pulmoner rehabilitasyon ve/veya egzersiz eğitiminin tedavi protokollerine dahil edilmesini önermektedir (13,14,29,31,32).

Bronşektazili hastalara ve hastanın kendi sürecine özgü kişiselleştirilmiş pulmoner rehabilitasyon programları yaşam kalitesini ve fiziksel kapasiteyi artırmak açısından oldukça değerlidir. Bronşektazide pulmoner rehabilitasyon; egzersiz eğitimi, hava yolu temizleme teknikleri, kas-iskelet sistemine yönelik yaklaşımlar, solunum işini azaltmaya dayalı teknikler ve hasta eğitimini içermektedir (33). Pulmoner rehabilitasyonun egzersiz toleransını, öksürükle ilişkili semptomları ve yaşam kalitesini iyileştirmede, dispne ve yorgunluk semptomlarını azaltmada etkili olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca, 12 aylık bir süre boyunca alevlenmelerin sıklığını azaltmada da etkili bulunmuştur (34).

Bronşektazi’de Hava Yolu Temizliği

Bronşektazi patofizyolojisi mukosilyer sistemde meydana gelen hasar sonucu öksürük, balgam birikimi ve tekrarlayan enfeksiyonları içerdiği için hava yolu temizleme teknikleri tedavinin oldukça önemli bir parçasını oluşturmaktadır (33). Hava yolu temizleme teknikleri; semptomları ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesini iyileştirmek ve alevlenme sıklığını azaltmak için

farmakolojik olmayan stratejilerdir. Pozisyonlama, yerçekimi destekli drenaj, manuel teknikler, çeşitli solunum stratejileri, yönlendirilmiş öksürme, pozitif ekspiratuvar basınç (PEP) cihazları, hava yolu osilasyon cihazları ve göğüs duvarına uygulanan mekanik aletler dahil olmak üzere klinik uygulamada sayısız teknik uygulanmaktadır. Bu teknikler izole olarak veya kombinasyon halinde kullanılabilir (35). Hava yolu temizleme teknikleri, iki fizyolojik temel ilkeye dayanmaktadır. Bunlardan ilki havanın obstrüksiyonun arkasına hareket etmesine ve bölgelerin distalde havalandırılmasına izin veren bir mekanizma yaratması iken ikincisi, sekresyonları hava yollarına proksimal olarak iletirmek için ekspiratuvar hava akışının modülasyonunu sağlamasıdır (36).

Hava yolu temizliğinde kısa vadeli hedefler; ventilasyonu iyileştiren, öksürük etkisini ve nefes darlığını azaltan daha etkili balgam temizliği sağlamaktır. Uzun vadeli hedefler ise bakteriyel kolonizasyon ve ardından gelen enflamasyonun kısır döngüsünü kırarak daha fazla hava yolu hasarı meydana gelmesini engellemek, pulmoner alevlenmeleri ve hastaneye yatış sayısını azaltmak ve yaşam kalitesini iyileştirmektir (13,37). Kronik produktif öksürüğü veya balgam çıkarma güçlüğü olan hastalar, mevcut kılavuzlarda önerildiği gibi günde iki kez düzenli hava yolu temizleme tekniklerinden fayda görebilir. Bu nedenle hava yolu temizleme teknikleri bronşektazisi olan tüm hastalara bir solunum fizyoterapisti tarafından bağımsız şekilde gerçekleştirilmeleri için öğretilmelidir (36).

Pozitif ekspiratuvar basınç

Reçete edilen yaygın bir hava yolu temizleme tekniğidir. PEP tedavisi, tek yönlü bir valf aracılığıyla bir dizi nefes için bir yüz maskesi veya ağızlık yoluyla inspirasyon ve ekspirasyon, ardından sekresyonları çıkarmak için zorlu ekspiratuvar manevralar (huffing) veya yavaş bir ekspiratuvar manevrası ile uygulanır (38). Bronşektazi için diğer hava yolu temizleme tekniklerine karşı pozitif ekspiratuvar basınç tedavisini inceleyen bir çalışmada pozitif ekspiratuvar basınç tekniğinin sağlıkla ilgili yaşam kalitesi, nefes darlığı semptomları, balgam ekspektorasyonu ve akciğer hacimleri üzerinde diğer hava yolu temizleme teknikleri kadar etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ataklarda olan kullanımı ile ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır (39).

Hava yolu osilasyon cihazları

Flutter

İçinde paslanmaz çelik bilye bulunan bir boruya benzer iki önemli salgı taşıma tekniği olan pozitif ekspiratuar basınç ve yüksek frekanslı osilasyon tekniklerini bir araya getiren hava yollarından mukusun çıkarılmasını sağlayan basit bir el cihazıdır. Cihazın uygulama prensibi havayolu çeperindeki mukusu uzaklaştırmak amacıyla oluşturduğu titreşim, mukusun ilerlemesi adına havayollarını açık tutmayı sağlayan endobronşiyal basınç artışı ve balgamın dışarı atılmasını sağlayan ekspiratuar hava akım hızındaki artışı sağlaması olarak gösterilebilir (40,41).

Tambascio ve arkadaşları, bronşektazili deneklerde Flutter VRP1 cihazının dört hafta süreyle kullanımının solunum salgısı taşıma özelliklerini değiştirebildiği ve bu değişikliğin tedavinin yüksek frekanslı salınım bileşeniyle daha yakından ilişkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır (41). Bronşektazili hastalar üzerinde Flutter'la yapılan bir diğer araştırmada günde 30 dk olacak şekilde en az dört haftalık düzenli kullanımı takiben sekresyon içeriğinde inflamatuvar hücrelerin toplam sayısında düşüş meydana geldiği belirtilmiştir (40).

Acapella

Acapella Flutter ile benzer olarak, pozitif ekspiratuar basınç cihazının dirençli özelliklerini, mukus yapışkanlığını azaltan ve hava yollarının kollapsıbilitesini azaltan salınımlarla birleştiren bir hava yolu temizleme cihazıdır (42). Ancak Acapella'nın performansı Flutterde olduğu gibi yerçekimine yani cihazın yönüne bağlı değildir, bu da özellikle düşük ekspiratuar akıslarda hastalar tarafından kullanımı kolaylaştırabilir (43).

Cornet

İçinde kauçuk bir hortum bulunan boynuz şeklinde plastik bir borudur. Cornet yoluyla ekspirasyon, hortumun esnemesine, bükülmesine ve açılmasına neden olarak hava yollarında hızla dalgalanan salınımlı pozitif basınca neden olur. Ağızlık, optimum direnç ve salınımı üretecek şekilde ayarlanabilir (44).

Yüksek frekanslı göğüs duvarı ossilasyonu

Yüksek maliyetli bir sistem olup mental retarde vakalar için iyi bir seçenektir. Göğüs duvarı ossilatörü, şişebilen bir yelek ve hava kompresöründen oluşur (11).

Otojenik drenaj

Otojenik drenaj, spontan veya istemli öksürüğe neden olan mukusu hava yollarına taşımak için farklı derinliklerde ve nefes verme hızlarında uygulanan kontrollü bir nefes alma tekniğidir. Yardımsız kullanılabilir, ancak eğitim, konsantrasyon ve çaba gerektirir (44). Bronşektazide meydana gelen ventilasyon inhomojenitesini iyileştirebilmektedir (45).

Eltgol

Bu teknikte, hava mukus üzerinden aktığında, mukus tabakasındaki direnç kuvvetlerinin üstesinden gelebilecek bir kesme kuvveti oluşturur. Hava akışının hızı ne kadar yüksek olursa, kesme kuvveti o denli büyük olur. Eltgol tekniğinde hasta lateral dekübit pozisyonuna getirilir. Bu, esas olarak mukusun üretildiği periferik hava yollarının toplam kesit alanını azaltmaya yarar. Maksimum hava akış hızı hava yolu çapı ile ters orantılı olduğundan, periferik hava yollarındaki hava akış hızı artar. Hava yolu açıklığı açık bir glottis ile yavaş ekspirasyon yoluyla intralüminal basınç artırılarak korunur. Genel olarak bu, periferik hava yollarından mukusun daha fazla temizlenmesiyle sonuçlanır. Basit, ucuz, iyi tolere edilebilir, bağımsız olarak veya bir fizyoterapistin yardımıyla yapılabilen, tekrarlanabilir bir tekniktir (46). Munoz ve arkadaşları 44 hasta üzerinde bir yıllık bir süre içinde günde iki kez Eltgol tekniği ve plasebo egzersizlerini karşılaştırdı. Sonuç olarak Eltgol grubunda daha az alevlenme, öksürük etkisinin azalması ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesinde iyileşme bildirildi (31). 2016 yılında yapılmış bir randomize çalışma ayrıca, Eltgol tedavisinin otojenik drenaj ve geçici PEP'e göre daha avantajlı olduğunu göstermiştir (47).

Aktif solunum teknikleri döngüsü

Bu teknik solunum kontrolü, torakal ekspansiyon egzersizleri ve zorlu ekspirasyon tekniklerini birleştirir. Solunum kontrolü, diyafram kontrolü kullanılarak rahat tidal volümde solumayı içerirken, torakal ekspansiyon egzersizleri akciğer hacimlerini artırmak için aktif inspirasyona odaklanır. Bir veya daha fazla solunum kontrolü ve torakal ekspansiyon egzersizinden sonra, yüksek akciğer hacminde zorlu ekspirasyon yapılır. Kişiye göre uyarlanabilen bu teknik balgam hacmini azaltmak amacıyla oldukça sık kullanılır (44,48).

Postüral drenaj

Postüral drenaj; kısa dönemde balgam viskozitesini azaltmada ve temizliğini sağlamada

oldukça önemlidir. Yer çekimine karşı konum değiştirilerek akciğerlerin çevresinden mukusunun merkezi olarak boşaltılmasına yardımcı olur. Örneğin; akciğerin orta ve bazal lobları için postüral drenaj pozisyonu baş aşağı eğimlidir. Son yıllarda, baş aşağı eğim kullanılmadan konumlandırmayı içeren modifiye postüral drenaj iyi tolere edilebildiğinden ötürü yaygın olarak kullanılmaktadır. Pasif bir yöntem olan postüral drenaja perküsyon ve vibrasyon gibi manuel teknikleri eklemek ve uygulama sonrasında da birkaç kuvvetli öksürük manevrası ile sekresyon atılımını sağlamak oldukça önemlidir (44).

Manuel teknikler

Postüral drenaj pozisyonları ile uygulanan manuel teknikler perküsyon, vibrasyon ve shaking uygulamalarını içermektedir. Eller kubbe şeklinde iken göğüs duvarında ilgili kısımlara ritmik vuruşlar şeklinde uygulanan perküsyon sekresyon atılımına hava yollarında gaz-sıvı arasındaki etkileşimi artırarak katkıda bulunurken, hızlı ve küçük titreşimler şeklinde gerçekleşen vibrasyon ve büyük ve yavaş titreşim hareketleri ile gerçekleştirilen shaking ise balgamın viskoelastik özelliğini değiştirilerek atılıma katkı sağlar. Bu tekniklerin dezavantajı bir uygulayıcıya bağımlı hale getirmesidir (49).

2015 yılında yapılmış olan bir çalışmada 10 dakikalık dinlenme periyotları ile ayrılan iki kez 20 dakika olacak şekilde uygulanan postüral drenaj, perküsyon ve huffing tekniğinin; postüral drenaj ve huffing tekniğinin tek başına uygulanmasına göre kısa sürede daha fazla miktarda sekresyon atılmasına sebep olduğu gösterilmiştir (50).

Bronşektazide mukoaktif tedavi

Hava yolu temizleme tekniklerinin yeterince etkili olmadığı durumlarda düşünülmelidir. Mukoaktif ilaçlar, potansiyel olarak balgam çıkarma ve/veya aşırı mukus salgısını azaltma yeteneğini artırır (36). Avrupa Solunum Derneği kılavuzundan elde edilen veriler, hipertonic salin (%7) ve karbosisteinin hastaların %20'sine kadar bronşektazide kullanılan iki mukoaktif ajan olduğunu göstermektedir (13). Bilton ve arkadaşları kistik fibrozis olmayan bronşektazili hastalarda 12 ay boyunca günde 400 mg inhale manitolün alevlenme oranlarını düşürmediğini bulmuştur (51).

Egzersiz ve Egzersiz Eğitimi

Egzersiz eğitimi, fiziksel işlev ve egzersiz toleransında iyileştirmeleri hedefleyen fiziksel

efor ve iskelet kası kasılmalarını içeren yapılandırılmış aktivite programlarını ifade eder. Egzersiz eğitimi tek başına veya pulmoner rehabilitasyon programının bir parçası olarak alınabilir (27). Bronşektazide pulmoner rehabilitasyon ve egzersiz eğitiminin fizyolojik mantığı, kas zayıflığı ve fiziksel hareketsizliğin hastalığın ilerlemesinde rol oynayabileceği ve ayrıca sağlıkla ilgili yaşam kalitesini, enfeksiyöz alevlenmelerin sıklığını ve sekresyonları mobilize etme yeteneğini etkileyebileceğidir. Bronşektazili kişiler için egzersiz eğitimi bireysel olarak uyarlanır. Genel olarak alt ve üst ekstremitelerde kuvvetlendirme, aerobik egzersizler ve direnç egzersizlerini içerir. Egzersiz eğitimi bir hastanede, ev tabanlı olarak, telerehabilitasyon veya grup egzersizleri şeklinde gerçekleştirilebilir (36). Aerobik egzersizin özellikle yorgunluk ve solunum fonksiyonları üzerinde; direnç egzersizlerinin ise kas metabolizması ve periferik kas kuvveti üzerindeki yararlı etkileri bulunmaktadır. Yürüyüş ve sabit bir döngü ergometresi kullanarak bisiklete binme, kişi tarafından tolere edildiği takdirde en uygun egzersiz yöntemleridir. Yürüme eğitimi, yürüme kapasitesinde kolaylıkla iyileşmeye dönüşebilen fonksiyonel bir egzersiz olma avantajına sahiptir. Bisiklete binme egzersizi kuadriseps kaslarına yürümekten daha fazla spesifik yük bindirir ve daha az egzersize bağlı oksijen desatürasyonu ile sonuçlanır (27).

Kistik olmayan fibrozis bronşektazisinde egzersiz eğitiminin kısa ve uzun vadeli etkilerini inceleyen randomize kontrollü bir çalışmada müdahale grubu uygulamaları, sekiz hafta boyunca haftada iki kez bireysel olarak belirlenmiş koşu bandı, yürüyüş, bisiklet binme, serbest ağırlıkların ve vücut ağırlığının kullanıldığı bir egzersiz programını ve hava yolu temizleme tekniklerini içerirken kontrol grubuna ise yalnızca hava yolu temizleme teknikleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma, sekiz haftalık denetimli bir egzersiz programının egzersiz kapasitesi, dispne ve yorgunluk üzerinde kısa süreli iyileşme ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca egzersiz eğitimi, 12 ay boyunca bronşektazinin akut alevlenmelerinin sıklığında bir azalma ile de ilişkili bulunmuştur. Bu bulguların uzun vadeli prognoz açısından önemi daha fazla araştırmayı gerektirmektedir (52). 2017 yılında yapılmış bir sistematik derleme, hastaların denetimli pulmoner rehabilitasyon ve egzersiz eğitimine

katılmaktan elde ettikleri kısa vadeli faydaları doğrulamış, ancak faydayı sürdürmenin zor olduğunu ifade etmiştir (34).

Son zamanlarda kronik pulmoner rahatsızlıkları olan yetişkinlerin nefes darlığı, yorgunluk ve diğer semptomlar nedeniyle yönetiminde yüksek yoğunluklu ve sürekli egzersize ulaşmak zor olabileceğinden egzersiz eğitimi sırasında tolere edilebilecek yükü optimize etmek amacıyla bir strateji olarak yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz uygulanmasına klinik ilgi doğmuştur. Çoğu kronik pulmoner popülasyonda böyle bir yaklaşım için kanıtlar sınırlı olmakla birlikte Bronşektazide ilgili hiçbir çalışma tanımlanmamıştır (53). Konu ile alakalı literatürde ciddi bir boşluk bulunmaktadır ve alanın bu konuda desteklenmeye ihtiyacı vardır.

İnspiratuar Kas Eğitimi

İnspiratuar kas kuvvetinin azalması dispne ve yürüme mesafesinin azalmasında önemli bir faktördür (54). İnspiratuar Kas Eğitimi, solunum kaslarını güçlendirmek için inspiratuar kaslara belirli dirence karşı solunum yaptırma prensibi ile çalışır (55). Bronşektazili hastalarda egzersiz toleransında azalma ve dispne sık görülen semptomlar arasında olup, inspiratuar kas eğitiminin bronşektazili bireylerde sağlıkla ilgili yaşam kalitesi ve egzersiz kapasitesini artırdığı dispneyi ise azalttığı ifade edilmiştir (55,56).

Nöromüsküler Elektriksel Stimülasyon

İskelet kasının transkutanöz nöromüsküler elektriksel stimülasyonu (NMES), kas kasılmasının ortaya çıkarıldığı ve bu sayede geleneksel egzersize gerek kalmadan seçilen kasların eğitilebildiği alternatif bir rehabilitasyon tekniğidir. Elektrik stimülasyonunun neden olduğu kas kasılması dispneye yol açmaz bu nedenle, akut hastalık alevlenmeleri veya solunum yetmezliği ile hastaneye yatırılanlar da dahil olmak üzere ciddi solunum ve/veya kardiyak kısıtlaması olan kondisyonsuz kişiler için uygundur. Ayrıca küçük, nispeten ucuz, taşınabilir elektrikli stimülatörler de evde kullanım için uygundur ve bu nedenle evlerini terk edemeyecek kadar ağır, evde mekanik ventilasyona ihtiyaç duyan veya geleneksel pulmoner rehabilitasyon programlarına erişimi olmayan kişilere fayda sağlayabilir (27).

Ev Tabanlı Pulmoner Rehabilitasyon

Yararlarına dair güçlü kanıtlara rağmen, seyahat sorunları gibi katılım engelleri nedeniyle hastalara pulmoner rehabilitasyon sunmak kimi zaman güçleşebilmekte. Bu bağlamda, ev tabanlı pulmoner rehabilitasyon, merkez tabanlı programlara katılımın önündeki bazı engellerin üstesinden gelmek için bir alternatif olabilir (57).

Bronşektazili erişkin hastalarda evde pulmoner rehabilitasyonun fiziksel aktivite düzeyi ve genel klinik durum üzerindeki etkilerini araştıran 2019 yılında yapılan bir çalışmada hastalara iki ay boyunca lokal ekspansiyon nefes egzersizleri, göğüs hijyeni teknikleri eğitimi (postural drenaj, perküsyon, huffing), periferik kas güçlendirme eğitimi (serbest ağırlıklarla kuadriseps, hamstrings, deltoidler ve biceps brachii kaslarına yönelik) ve kendi kendine yürümeden oluşan evde egzersiz programı verilmiştir. Hastalara ayrıca diyafragmatik solunum egzersizleri öğretilmiş ve haftanın beş günü, günde dört kez oturur pozisyonda 10 tekrarlı nefes egzersizleri yapmaları istenmiştir. Çalışma pulmoner rehabilitasyonun fiziksel aktivite düzeylerini iyileştirdiği ve genel klinik durum üzerine olumlu etkileri olduğunu belirtmiş ve evde pulmoner rehabilitasyonun önemini altını çizmiştir (58).

2021 yılında yayınlanan randomize kontrollü çalışmada ev tabanlı pulmoner rehabilitasyonun, bronşektazili kişilerde fonksiyonel kapasite, periferik kas gücü ve yaşam kalitesinde iyileştirmeler sağladığını, ev tabanlı pulmoner rehabilitasyonun güvenli, iyi tolere edilir ve alternatif bir rehabilitasyon programı olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir (59).

Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Sanal gerçeklik uygulamalarının yararları; motor öğrenmede gelişme sağlaması, egzersizlerin daha keyifli hale getirilmesi, hastanın tedaviye aktif olarak katılım oranının, ilgi ve motivasyonunun artması, egzersizlere devam etme konusunda istikrarın ve uyumun gelişmesi, daha sık tekrarlı hareketlerin yapılabilmesi, zaman ve maliyet açısından çok daha etkin olması olarak özetlenebilir. Ayrıca dereceli zorluk seviyeleri, hatalar hakkında geri bildirim sağlanması, görev süresini ve yoğunluğunu izleme yeteneği, gerçekleştirilen hareketler hakkında ipuçları ve rehberlik sağlanması anlamında da avantajlı bir sistemdir. Kronik solunum sistemi rahatsızlıklarında sanal gerçeklik uygulamalarından bu anlamda

yararlanabilmek adına, başta KOAH olmak üzere diğer pulmoner hasta popülasyonlarında kullanımı son yıllarda ciddi şekilde yaygınlaşmaktadır (60,61). KOAH'lı hastalarda doğal kullanıcı arayüzü (Natural User Interface-NUI) imkanı veren bir araç olan Kinect sistemi aracılığıyla sanal gerçeklik tekniklerini içeren pulmoner rehabilitasyon programlarının sonuçlarını bildiren 2020 yılında yapılmış bir randomize kontrollü çalışmada sanal gerçeklik eğitimi ile desteklenen pulmoner rehabilitasyon programının, hastalarda fiziksel uygunluğu iyileştirmek için faydalı bir müdahale olduğu gösterilmektedir (61).

Sonuç

Kişiselleştirilmiş pulmoner rehabilitasyon programlarıyla Bronşektazi'li hastalarda; yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, semptomların azaltılması, günlük yaşam aktivitelerine fiziksel uygunluğun geliştirilmesi ve katılımın artırılması sağlanabilmektedir. Pulmoner rehabilitasyon programı sonunda dispnedeki azalmayla da hastalığın izleminde görülebilen sosyal izolasyonun önüne geçebilmek mümkündür. Bronşektazi rehabilitasyonunun uzun vadeli sonuçları ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olup geleneksel pulmoner rehabilitasyon programlarının bronşektazi için optimize edilerek olguların bireysel tedavisine eklenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Chalmers JD, Hill AT. Mechanisms of immune dysfunction and bacterial persistence in non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Mol Immunol* [Internet]. 2013;55(1):27–34. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589012004129>
2. Chandrasekaran R, Mac Aogáin M, Chalmers JD, Elborn SJ, Chotirmall SH. Geographic variation in the aetiology, epidemiology and microbiology of bronchiectasis. *BMC Pulm Med*. 2018 May;18(1):83.
3. Chang AB, Bush A, Grimwood K. Bronchiectasis in children: diagnosis and treatment. *Lancet* [Internet]. 2018;392(10150):866–79. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014067361831554X>
4. King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Holmes PW. Characterisation of the onset and presenting clinical features of adult

- bronchiectasis. *Respir Med*. 2006;100(12):2183–9.
5. de Camargo AA, Boldorini JC, Holland AE, de Castro RAS, Lanza F de C, Athanazio RA, et al. Determinants of Peripheral Muscle Strength and Activity in Daily Life in People With Bronchiectasis. *Phys Ther*. 2018 Mar;98(3):153–61.
6. Gao Y-H, Guan W-J, Liu S-X, Wang L, Cui J-J, Chen R-C, et al. Aetiology of bronchiectasis in adults: A systematic literature review. *Respirology*. 2016 Nov;21(8):1376–83.
7. Araújo D, Shteinberg M, Aliberti S, Goeminne PC, Hill AT, Fardon T, et al. Standardised classification of the aetiology of bronchiectasis using an objective algorithm. Vol. 50, *The European respiratory journal*. England; 2017.
8. Bush A, Floto RA. Pathophysiology, causes and genetics of paediatric and adult bronchiectasis. *Respirology*. 2019 Nov;24(11):1053–62.
9. Pasteur MC, Bilton D, Hill AT. British Thoracic Society guideline for non-CF bronchiectasis. *Thorax*. 2010 Jul;65 Suppl 1:i1-58.
10. Chalmers JD, Aliberti S, Blasi F. Management of bronchiectasis in adults. *Eur Respir J*. 2015 May;45(5):1446–62.
11. Olcay S. Pulmonary Rehabilitation In Bronchiectasis Bronşektazide Pulmoner Rehabilitasyon. In: Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi. 2019. p. 101–6.
12. Quint JK, Millett ERC, Joshi M, Navaratnam V, Thomas SL, Hurst JR, et al. Changes in the incidence, prevalence and mortality of bronchiectasis in the UK from 2004 to 2013: a population-based cohort study. *Eur Respir J*. 2016 Jan;47(1):186–93.
13. Polverino E, Goeminne PC, McDonnell MJ, Aliberti S, Marshall SE, Loebinger MR, et al. European Respiratory Society guidelines for the management of adult bronchiectasis. *Eur Respir J* [Internet]. 2017 Sep 1;50(3):1700629. Available from: <http://erj.ersjournals.com/content/50/3/1700629.abstract>
14. McShane PJ, Naureckas ET, Tino G, Strek ME. Non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(6):647–56.
15. Chalmers JD, Chotirmall SH. Bronchiectasis: new therapies and new perspectives. *Lancet Respir Med*. 2018 Sep;6(9):715–26.
16. Snijders D, Fernandez Dominguez B, Calgaro S, Bertozzi I, Escribano Montaner A, Perilongo G, et al. Mucociliary clearance techniques for treating non-cystic fibrosis bronchiectasis: Is there evidence? Vol. 28, *International journal of*

- immunopathology and pharmacology. England; 2015. p. 150–9.
17. Martínez-García MÁ, Máiz L, Oliveira C, Girón RM, de la Rosa D, Blanco M, et al. Spanish Guidelines on Treatment of Bronchiectasis in Adults. *Arch Bronconeumol*. 2018 Feb;54(2):88–98.
 18. Swaminathan S, Kuppurao K V, Somu N, Vijayan VK. Reduced exercise capacity in non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Indian J Pediatr*. 2003 Jul;70(7):553–6.
 19. Liaw M-Y, Wang Y-H, Tsai Y-C, Huang K-T, Chang P-W, Chen Y-C, et al. Inspiratory muscle training in bronchiectasis patients: a prospective randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2011 Jun;25(6):524–36.
 20. Ozalp O, Inal-Ince D, Calik E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Savci S, et al. Extrapulmonary features of bronchiectasis: muscle function, exercise capacity, fatigue, and health status. *Multidiscip Respir Med*. 2012 Jun;7(1):3.
 21. McDonnell MJ, Aliberti S, Goeminne PC, Dimakou K, Zucchetti SC, Davidson J, et al. Multidimensional severity assessment in bronchiectasis: an analysis of seven European cohorts. *Thorax*. 2016;71(12):1110–8.
 22. de Camargo AA, de Castro RAS, Vieira RP, Oliveira-Júnior MC, Araujo AA de, De Angelis K, et al. Systemic Inflammation and Oxidative Stress in Adults with Bronchiectasis: Association with Clinical and Functional Features. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2474.
 23. Spinou A, Fragkos KC, Lee KK, Elston C, Siegert RJ, Loebinger MR, et al. The validity of health-related quality of life questionnaires in bronchiectasis: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2016 Aug;71(8):683–94.
 24. Dilek K, YILDIZ H. Dispne semptomunun değerlendirilmesinde dispne ölçeklerinin etkinlikleri ve kullanım sıklıkları. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilim Derg*. 2013;2(1):137–49.
 25. Yıldız S, Inal-Ince D, Calik-Kutukcu E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Arıkan H, et al. Clinical Determinants of Incremental Shuttle Walk Test in Adults with Bronchiectasis. *Lung [Internet]*. 2018;196(3):343–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00408-018-0094-x>
 26. Korkmaz S, CANİTEZ Y, Çekiç Ş, Efe HP, Ocakoğlu G, Sapan N. Kistik fibrozis dışı bronşektazi tanılı olguların değerlendirilmesi. *Güncel Pediatr*. 2018;16(2):106–16.
 27. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 Oct;188(8):e13-64.
 28. Chang AB, Bell SC, Torzillo PJ, King PT, Maguire GP, Byrnes CA, et al. Chronic suppurative lung disease and bronchiectasis in children and adults in Australia and New Zealand Thoracic Society of Australia and New Zealand guidelines. Vol. 202, *The Medical journal of Australia*. Australia; 2015. p. 130.
 29. Hill AT, Sullivan AL, Chalmers JD, De Soya A, Elborn SJ, Floto AR, et al. British Thoracic Society Guideline for bronchiectasis in adults. *Thorax*. 2019 Jan;74(Suppl 1):1–69.
 30. Al-Jahdali H, Alshimemeri A, Mobeireek A, Albanna AS, Al Shirawi NN, Wali S, et al. The Saudi Thoracic Society guidelines for diagnosis and management of noncystic fibrosis bronchiectasis. *Ann Thorac Med*. 2017;12(3):135–61.
 31. Muñoz G, de Gracia J, Buxó M, Alvarez A, Vendrell M. Long-term benefits of airway clearance in bronchiectasis: a randomised placebo-controlled trial. *Eur Respir J*. 2018 Jan;51(1).
 32. Vendrell M, de Gracia J, Oliveira C, Martínez-García MA, Girón R, Máiz L, et al. [Diagnosis and treatment of bronchiectasis. Spanish Society of Pneumology and Thoracic Surgery]. *Arch Bronconeumol*. 2008 Nov;44(11):629–40.
 33. DURMUŞ BB, Atalay T, YURDALAN U. Erişkin ve Geriatrik Bireylerde Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Gerektiren Hastalıklar. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilim Enstitüsü Derg*. 2021;6(2):69–81.
 34. Lee AL, Hill CJ, McDonald CF, Holland AE. Pulmonary Rehabilitation in Individuals With Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017 Apr;98(4):774-782.e1.
 35. Lee AL, Burge AT, Holland AE. Airway clearance techniques for bronchiectasis. *Cochrane database Syst Rev*. 2015 Nov;2015(11):CD008351.
 36. O'Neill K, O'Donnell AE, Bradley JM. Airway clearance, mucoactive therapies and pulmonary rehabilitation in bronchiectasis. *Respirology*. 2019 Mar;24(3):227–37.
 37. Mandal P, Sidhu MK, Kope L, Pollock W, Stevenson LM, Pentland JL, et al. A pilot study of pulmonary rehabilitation and chest physiotherapy versus chest physiotherapy alone in bronchiectasis. *Respir Med*. 2012 Dec;106(12):1647–54.
 38. Franks LJ, Walsh JR, Hall K, Jacuinde G, Yerkovich S, Morris NR. Comparing the Perfor

- mance Characteristics of Different Positive Expiratory Pressure Devices. *Respir Care* [Internet]. 2019;64(4):434–44. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/64/4/434>
39. Lee AL, Burge AT, Holland AE. Positive expiratory pressure therapy versus other airway clearance techniques for bronchiectasis. *Cochrane database Syst Rev*. 2017 Sep;9(9):CD011699.
40. Tambascio J, de Souza HCD, Martinez R, Baddini-Martinez JA, Barnes PJ, Gastaldi AC. Effects of an Airway Clearance Device on Inflammation, Bacteriology, and Mucus Transport in Bronchiectasis. *Respir Care*. 2017 Aug;62(8):1067–74.
41. Tambascio J, de Souza LT, Lisboa RM, Rita de Cássia VP, de Souza HCD, Gastaldi AC. The influence of Flutter® VRP1 components on mucus transport of patients with bronchiectasis. *Respir Med*. 2011;105(9):1316–21.
42. Sharma P, Prem V, Jain S. Immediate Effects of Acapella® on Dynamic Lung Compliance in Mechanically Ventilated Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: A Case Series. *Indian J Crit care Med peer-reviewed, Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. 2018 Feb;22(2):100–2.
43. Volsko TA, DiFiore JM, Chatburn RL. Performance Comparison of Two Oscillating Positive Expiratory Pressure Devices: Acapella Versus Flutter. *Respir Care* [Internet]. 2003;48(2):124–30. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/48/2/124>
44. McCormack P, Burnham P, Southern KW. Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane database Syst Rev*. 2017 Oct;10(10):CD009595.
45. Poncin W, Reyhler G, Leeuwerck N, Bauwens N, Aubriot A-S, Nader C, et al. Short-Term Effect of Autogenic Drainage on Ventilation Inhomogeneity in Adult Subjects With Stable Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. *Respir Care*. 2017 May;62(5):524–31.
46. Wong C, Sullivan C, Jayaram L. ELTGOL airway clearance in bronchiectasis: laying the bricks of evidence. *Eur Respir J* [Internet]. 2018;51(1). Available from: <https://erj.ersjournals.com/content/51/1/1702232>
47. Herrero-Cortina B, Vilaró J, Martí D, Torres A, San Miguel-Pagola M, Alcaraz V, et al. Short-term effects of three slow expiratory airway clearance techniques in patients with bronchiectasis: a randomised crossover trial. *Physiotherapy*. 2016;102(4):357–64.
48. Chalmers JD, Sethi S. Raising awareness of bronchiectasis in primary care: overview of diagnosis and management strategies in adults. *NPJ Prim care Respir Med*. 2017 Mar;27(1):18.
49. Saygı EK, Coşkun ÖK. Kistik fibrozis hastalarında pulmoner rehabilitasyon. *Turkish J Phys Med Rehabil Fiz Tip ve Rehabil Derg*. 2017;63(1).
50. Ramos EMC, Ramos D, Moreira GL, Macchione M, Guimarães ET, Rodrigues FMM, et al. Viscoelastic Properties of Bronchial Mucus After Respiratory Physiotherapy in Subjects With Bronchiectasis. *Respir Care* [Internet]. 2015;60(5):724–30. Available from: <http://rc.rcjournal.com/content/60/5/724>
51. Bilton D, Daviskas E, Anderson SD, Kolbe J, King G, Stirling RG, et al. Phase 3 randomized study of the efficacy and safety of inhaled dry powder mannitol for the symptomatic treatment of non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Chest*. 2013 Jul;144(1):215–25.
52. Lee AL, Hill CJ, Cecins N, Jenkins S, McDonald CF, Burge AT, et al. The short and long term effects of exercise training in non-cystic fibrosis bronchiectasis--a randomised controlled trial. *Respir Res*. 2014 Apr;15(1):44.
53. Sawyer A, Cavalheri V, Hill K. Effects of high intensity interval training on exercise capacity in people with chronic pulmonary conditions: a narrative review. *BMC Sport Sci Med Rehabil*. 2020;12:22.
54. Kabitz H-J, Lang F, Waltersbacher S, Sorichter S, Müller-Quernheim J, Windisch W. Impact of impaired inspiratory muscle strength on dyspnea and walking capacity in sarcoidosis. *Chest*. 2006 Nov;130(5):1496–502.
55. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002 Sep;20(3):570–6.
56. Koulouris NG, Retsou S, Kosmas E, Dimakou K, Malagari K, Mantzikopoulos G, et al. Tidal expiratory flow limitation, dyspnoea and exercise capacity in patients with bilateral bronchiectasis. *Eur Respir J*. 2003 May;21(5):743–8.
57. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, Marciniuk DD, Puhan MA, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Policy Statement: Enhancing Implementation, Use, and Delivery of Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015 Dec;192(11):1373–86.
58. Pehlivan E, Niksarlıoğlu EY, Balcı A, Kılıç

L. The Effect of Pulmonary Rehabilitation on the Physical Activity Level and General Clinical Status of Patients with Bronchiectasis. *Turkish Thorac J.* 2019 Jan;20(1):30–5.

59. José A, Holland AE, Selman JPR, de Camargo CO, Fonseca DS, Athanazio RA, et al. Home-based pulmonary rehabilitation in people with bronchiectasis: a randomised controlled trial. *ERJ open Res.* 2021 Apr;7(2).

60. Burdea GC. Virtual rehabilitation--benefits and challenges. *Methods Inf Med.* 2003;42(5):519–23.

61. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Racheński H, Turolla A, et al. Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2020;15:117–24.