TORAKS CERRAHİSİNDE POSTOPERATİF PULMONER REHABİLİTASYON

POSTOPERATIVE PULMONARY REHABILITATION IN THORACIC SURGERY

Sevgi Özalevli

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, İzmir, Türkiye

e-mail: sevgi.ozalevli@gmail.com

DOI:10.5152/tcb.2015.041

Özet

Toraks cerrahilerinde halen yüksek oranda görülen postoperatif pulmoner komplikasyonlar hastaların hastanede kalış süresi uzatmakta, morbidite ve mortalite oranında artışa sebep olmaktadır. Bu komplikasyonların önlenmesi ve/veya sağaltımı, hastanın fonksiyonel yaşantısına aktif dönmesi için toraks cerrahilerinde preoperatif ve postoperatif dönemde pulmoner rehabilitasyon uygulama endikasyonu vardır. Bu yazıda; güncel literatür ve rutin klinik bilgiler doğrultusunda toraks cerrahisinde postoperatif pulmoner rehabilitasyon uygulamalarından bahsedilecektir. Konuyla ilgili yeterli sayıda araştırma olmamasına rağmen, derin solunum egzersizleri, öksürme, ambulasyon ve ağrı kontrolünden oluşan pulmoner rehabilitasyon programlarının etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu yöntemlerden oluşan pulmoner rehabilitasyon programlarının, postoperatif pulmoner komplikasyon oranını, hastaların hastanede kalış süresini, sağlık hizmetlerinin kullanımını ve tedavi maliyetini düşürdüğü saptanmıştır. Klinik yararları göz önüne alınarak toraks cerrahi kliniklerinde basit, maliyeti düşük, riski düşük pulmoner rehabilitasyon uygulamalarına önem verilmesi, cerrahinin başarısı, sağlık maliyeti ve hasta kazançları açısından önemli olacaktır.

Anahtar kelimeler: Toraks cerrahisi, pulmoner rehabilitasyon, postoperatif dönem

Abstract

Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery still have a high rate of occurrence, which increase the length of stay and also cause an increase in the rate of morbidity and mortality. Prevention and treatment of these complications are indications to pulmonary rehabilitation in preoperative and postoperative periods of thoracic surgery for promoting the patient to return his/her functional life and to being as active as possible. In this paper, considering the current literature and routine clinical knowledge, postoperative pulmonary rehabilitation in thoracic surgery will be mentioned and discussed. Despite the inadequate literature on this topic, it was proved that pulmonary rehabilitation programs including deep breathing exercises, coughing, ambulation, and pain control managements were effective. It was reported that, pulmonary rehabilitation programs including these methods reduced postoperative pulmonary complication rate, length of stay, need of medical service, and the cost of medical treatment. Considering the clinical benefits putting emphasis on to pulmonary rehabilitation which is simple, cost effective and safe would be important in surgery success, cost effectiveness and patient's outcomes.

Keywords: Thoracic surgery, pulmonary rehabilitation, postoperative period

GİRİŞ

Son 20 yılda postoperatif ağrı tedavisindeki gelişmeler, anestezi ve cerrahi alanındaki yenilikler, cerrahi sonrası genel komplikasyonları azaltmasına rağmen postoperatif mortalite ve morbiditenin en önemli nedenini halen postoperatif pulmoner komplikasyonlar (PPK) oluşturmaktadır (1-3). Toraks cerrahilerinde de operasyon, insizyon tipi ve çıkartılan doku büyüklüğü gibi faktörlerin sonucu etkilemesinin yanı sıra PPK oranı %7-36 gibi değişen oranlarda bildirilmiştir (1, 3-5).

Postoperatif dönemde alınan anesteziye ek olarak, cerrahi süresince hastanın pozisyonu ve immobilizasyonu, ağrı ve diyafragma fonksiyon bozukluğu fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRK) azaltarak, havayolu kollapsını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca cerrahi esnasında uygulanan anestezi mukus transportunu azaltarak balgam retansiyonuna ve atelektaziye sebep olmaktadır. Bu durum FRK'yi azaltan diğer sebeplerdendir. FRK'nin azalması ve ağrı etkin öksürmenin yapılmasını engelleyen faktörlerdir. Ayrıca hastada olan negatif sıvı dengesi ve ağız kuruluğu ekspektorasyonun zor

olmasına neden olarak balgam retansiyonuna neden olmaktadır. Bu sebepler ve mekanizmalar sonucu; atelektazi, hipoksemi, pulmoner enfeksiyonlar, solunum depresyonu, entübasyon sonucu bronkospazm gibi birçok PPK'lar ortaya çıkmaktadır (6, 7).

Toraks cerrahisi endikasyonu olan hastaların; yaş, kardiyopulmoner eşlik eden hastalıkları, sigara öyküleri, değişken ve düşük solunum fonksiyon test sonuçları ve düşük egzersiz kapasiteleri PPK riskini artırmaktadır (8). Özellikle akciğer rezeksiyonlarının yapıldığı akciğer kanseri hastalarına erkeklerde %73, kadınlarda %53 oranında kronik obstrüktif akciğer hastalığının (KOA) eşlik etmesi PPK oranını artıran en önemli durumdur (9).

Hastayla ilişkili faktörler (ileri yaş, KOAH, sigara vb), cerrahi ile ilgili faktörler (cerrahi tipi, süresi, anestezi tipi-doza, rezekte edilen akciğer parankimi, vb), solunumsal ve kardiyak komplikasyonları etkilese de tüm akciğer rezeksiyonları farklı derecelerde oksidatif hasar yaratmaktadır (8, 10, 11). Bölgesel hipoventilasyon ve balgamın hava yollarını tıkaması toraks cerrahilerinde PPK oluşmasında rol oynayan iki önemli mekanizmadır. Cerrahi ile ilk 24 saatte vital kapasitede (VK) %40, FRK'de %70 oranında azalma meydana gelmektedir. Akciğer rezeksiyonu sonrası solunum fonksiyonları, normal frenik sinir fonksiyon bozukluğundan, anestezi ve girişim nedeniyle normal solunum kas aktivitesinin bozulmasından, balgam birikiminden, ağrıdan ve yetersiz fizyoterapiden olumsuz etkilenmektedir (12).

Postoperatif pulmoner komplikasyonlar, hastaların yoğun bakım ünitesinde ve hastanede kalış süresini ve sağlık harcamalarını artırmaktadır (3, 4, 12, 13). PPK'ların önlenmesi ve/veya sağaltımı, hastanın fonksiyonel yaşantısına aktif olarak dönmesi, sonraki dönemde sağlık hizmetlerini daha az kullanması ve daha uzun süre yaşaması için toraks cerrahilerinde pulmoner rehabilitasyon (PR) uygulama endikasyonu vardır (14, 15). Pulmoner rehabilitasyonu uygulamalarının akciğer rezeksiyonu olan hastalarda hastane kalış süresini azaltarak sağlık harcamalarını %35 oranında azalttığı kanıtlanmıştır (11, 13).

Konuyla ilgili araştırmaların kısıtlılığı nedeniyle kanıt değeri düşük olsa da PR, 1960 yıllarından itibaren pre ve postoperatif dönemde PPK'ları önlemede ve azaltmada yararlı bir uygulama olarak kabul görmektedir (1, 16, 17).

Toraks cerrahisi sonrası pulmoner rehabilitasyon uygulamalarının amaçları aşağıda tanımlanmıştır; (18, 19)

- Ventilasyonu artırarak etkin solunumu geliştirmek
- Hava yollarında mukus transportunu artırarak bronşiyal hijyeni sağlamak
- Oksijenasyonu arttırmak
- Gevşemeyi sağlamak

- Zorlu vital kapasiteyi arttırmak
- Ağrıyı azaltmak
- Atelektazi başta olmak üzere tüm solunumsal komplikasyonları önlemek
- Genel kas kuvvet ve enduransını geliştirmek
- İmmobilizasyondan kaynaklanacak komplikasyonları önlemek
- Hastanın kendi kendine yeterliliğini, tedaviye katılımını geliştirmek
- Bireyin fonksiyonelliğini artırmak veya aktif yaşantısına geri dönüşünü sağlamak
- Sağlık hizmetleri kullanımını ve sağlık maliyetini azaltmak
- Yaşam süresini uzatmak

Bu yazıda; güncel literatür ve rutin klinik bilgiler doğrultusunda toraks cerrahisinde postoperatif PR uygulamalarından bahsedilecektir. Öncelikle postoperatif PR başarısının preoperatif dönemde uygulanan PR'a bağlı olduğu, bilinmesi gereken en önemli bilgidir. Genel olarak postoperatif PR uygulamaları; ventilasyonu artıran, bronşiyal hijyeni sağlayan teknik ve uygulamaların yanı sıra hastaların egzersiz kapasitesini geliştiren uygulamalar ve ağrıyı azaltma stratejilerinden oluşmaktadır (5).

Güncel literatüre göre toraks cerrahileri sonrası uygulanan postoperatif dönem uygulamalar şu başlıklar altında incelenebilir; (5, 11)

- 1- Postoperatif erken dönem pulmoner rehabilitasyon
 - a) Ventilasyonu arttıran teknikler (Derin solunum egzersizleri, insentif spirometre, non-invaziv mekanik ventilasyon)
 - b) Bronşiyal hijyen teknikleri (Öksürme, huffing, PEP)
 - c) Erken ambulasyon, genel ve omuz kuşağı egzersizleri
 - d) Ağrı kontrolü
- 2- Postoperatif geç dönem pulmoner rehabilitasyon
 - a) Egzersiz uygulamaları

POSTOPERATİF ERKEN DÖNEM PULMONER REHABİLİTASYON

Erken dönemde özellikle postoperatif ilk hafta akciğer volüm ve kapasitelerindeki düşüş önemli derecededir. Operasyon nedeniyle artan plevral basınç özellikle küçük hava yollarının kapanma kapasitesini artırır. Ağrı, ventilasyonun az olması, hipoksemi ve FRK'nin ciddi derecede düşük olması kompliansı azaltır, V/Q oranını bozar. Bölgesel hipoventilasyon balgam retansiyonunu artırırken, oluşan alveolar hipoventilasyon kollateral kanalların kapanmasına neden olur. Bu sebeplere ek olarak analjezikler, endotrakeal entü-

basyon, ağrı, immobilizasyonun da etkisiyle meydana gelen yüzeysel solunum, akciğer volüm kaybı, iç çekme refleksinde kayıp, diyafragma fonksiyon bozukluğu, sürfaktan üretiminde bozulma, etkisiz öksürme, etkisiz havayolu nemlendirmesi, artmış balgam vizkozitesinin yanı sıra özellikle atelektazi olmak üzere pnömoni ve diğer PPK'lara sebep olmaktadır (20). Bu patofizyolojik mekanizmalar ve hastada olan genel inaktivite, yorgunluk, zayıflık ve bazı risk faktörleri (sigara, 50 yaş üstü olmak, KOAH veya diğer solunum hastalıkları, obezite, mental ve oriyantasyon problemleri vb) PPK gelişimini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenler en erken dönemden itibaren post-op PR endikasyonunu oluşturmaktadır (12).

Operasyon sonrası mümkün olan en kısa zamanda başlanması gereken PR'nin amacı; alveolar ventilasyonu artırmak, akciğer volüm ve kapasitelerini özellikle FRK'yi artırmak, etkili öksürmeyi geliştirmek ve cerrahi sırasında mekanik bası alan atelektazi şüpheli alanların havalanmasını sağlamaktır (5, 18, 19). Postoperatif fizyoterapinin gerekli ve yararlı olduğu tanımlanmasına rağmen hangi hastaya nasıl bir program uygulanması gerektiği konusunda standart bir bilgi yoktur. Pulmoner rehabilitasyon programlarının hastanın kliniğine ve ihtiyaçlarına göre bireysel olarak planlanması gerekmektedir. Yine de en erken dönemden itibaren PR programında derin solunum egzersizlerinin, etkili öksürme eğitiminin, omuz egzersizlerinin, vücut farkındalığı eğitiminin ve aerobik egzersiz eğitiminin yer alması önemlidir (21). 119 lobektomi hastasına cerrahi sonrası ilk günden taburculuk evresine kadar uygulanan PR programının (solunum egzersizleri, insentif spirometre, öksürme, omuz-kol egzersizleri, bisiklet ergometresi ve treadmillde aerobik egzersiz eğitimi) PPK oranını, atelektazi insidansını, hastaların hastanede kalış süresini ve sağlıkla ilgili maliyetini azalttığı saptanmıştır (14).

Preoperatif dönemde başlayan ve postoperatif dönemde devam eden PR programlarının daha etkin olduğu birçok araştırma ile kanıtlanmıştır. KOAH'ın eşlik ettiği akciğer kanseri nedeniyle akciğer rezeksiyonu yapılan hastalarda preoperatif 2 hafta boyunca ve postoperatif ilk günden taburculuk dönemine kadar uygulanan solunum egzersizleri, insentif spirometre, öksürme, huffing, yürüme, abdominal egzersizler, erken ambulasyon ve ağrı kontrolü stratejilerinden oluşan PR programının, hastaların solunum fonksiyonlarını ve solunum kas kuvvetlerini geliştirdiği, preoperatif PR'nin, hasta motivasyonunu ve tedaviye aktif katılımını sağlayarak, postoperatif PR'nin etkinliğini arttırdığı bulunmuştur (22).

Postoperatif toraks cerrahisi için günümüz PR programı; derin solunum egzersizleri, bronşiyal hij-

yen teknikleri, erken ambulasyon, insentif spirometre, pozitif ekspiratuar basınç (PEP) uygulamaları, ağrı kontrolü ve egzersiz programlarından oluşmaktadır (11). Aşağıda konuyla ilgili sıklıkla kullanılan yöntemler ele alınacaktır.

1. Ventilasyonu Arttıran Teknikler

Akciğer rezeksiyonu sonrası dolaşımsal ve ventilatuar kısıtlılıklar hastaların egzersiz kapasitesini azaltmakta, egzersiz ve efor sırasında meydana gelen desaturasyon hastanın egzersiz toleransını düşürmektedir. Egzersiz kapasitesindeki düzelme primer ventilasyonun gelişmesine bağlıdır (23). Bu nedenlerle en erken dönemde derin solunum egzersizleri, pursed lip solunum, insentif spirometre uygulamaları önemlidir.

1a. Derin Solunum Egzersizleri; transpulmoner basıncı artırarak, obstrüksiyonun distalinde kollabe olmuş havayollarının ve alveollerin açılmasını sağlayarak ve distal hava yollarının hacmini artırarak etkin öksürme olanağı sağlar. Bu etki mekanizması ile postoperatif atelektazilerin sağaltımında ve önlenmesinde yararlı uygulamalardır (11, 18, 19).

Derin solunum egzersizlerinin, rahat ve optimal solunuma olanak sağlayan bir pozisyonda (genellikle 45 derece sırtüstü yatış pozisyonu veya yüksek yan yatış pozisyonunda) yapılması gereklidir. Bu pozisyonlarda karın kaslarının gevşek olması nedeniyle diyafragma daha etkin çalışır, solunum iş yükü azalır, mikro atelektazi oluşumu engellenir, ayrıca hastada gevşeme sağlanarak, anksiyete ve ağrı azalmış olur (24, 25). Hastanın ihtiyacına ve tolerasyonuna göre program oluşturulsa da erken dönemde alveollere dolum süresini sağlamak için derin solunum egzersizlerinin maksimal inspirasyonda 3 sn tutma tekniği ile hastanın uyanık olduğu süre boyunca saat başı 5-10 tekrar yapılması gerektiği kabul edilmiştir (19, 26). Ayrıca derin solunum egzersizleri sırasında fizyoterapistin alt kostal bölge ve önden el teması veya ani germeler kullanılarak taktik stimülasyon uygulamasının diyafragma hareketliliğini arttırdığı ve maksimal inspirasyonu geliştirdiği ultrasonografik çalışmalarla kanıtlanmıştır (27).

Solunum egzersizlerinin efor ve egzersiz sırasında yapılması ile sağlanan solunum kontrolü, hastanın algıladığı dispne ve yorgunluk şiddetinin azalmasına, bronkospazm ve ani saturasyon düşüşünün engellenmesine ve sonuç olarak bireyin egzersiz tolerasyonunun artmasına neden olur. Egzersizler yapılırken hastadan tidal volümün sonuna kadar pasif olarak normal bir ekspirasyon yapması sağlanmalıdır. Hava yolu kollapsı ve atelektazi riskini artıracığı için maksimal veya zorlu ekspirasyondan kaçınılmalıdır. Solunum egzersizlerinin

tek zorluğu hastanın kooperasyonunu gerektirmesidir. Bu nedenle preoperatif dönemde solunum egzersizleriyle ilgili hasta eğitimi şiddetle önemlidir (14).

Derin solunum egzersizlerinin yanı sıra omuz ve toraks mobilitesine yönelik egzersizler ve genel egzersizlerden oluşan PR programının akciğer rezeksiyonu olan hastalarda hastaların göğüs kafesi ekspansiyonunu geliştirdiği opto-elektronik pletismograf ile objektif olarak kanıtlanmıştır (28).

1b. İnsentif Spirometre (İS); rezistif bir yüklem olmadan solunum kontrolü ile maksimal inspirasyonu sağlayarak, akciğer volümlerini ve diyafragma hareketliliğini artırarak, akciğer dokusunun tekrar genişlemesini sağlayan, atelektazinin önlenmesinde ve/veya sağaltımında faydalı basit, ucuz bir cihazdır. Ayrıca hasta tarafından bağımsız olarak kullanılabilmesi, hastanın tedaviye aktif katılımını sağlaması açısından önemli bir avantaj oluşturmaktadır (29, 30).

İnsentif spirometrenin, özellikle solunum egzersizlerini yapamayan ve atelektazisi olan veya riski taşıyan hastalarda kullanılması önerilmesine rağmen, solunum egzersizleri, öksürme ve mobilizasyon ile birlikte kullanıldığında postoperatif dönemde daha fazla yararlı olduğu kanıtlanmıştır. (18, 31). Genel olarak hastanın postoperatif en erken dönemde uyanık olduğu süre boyunca, 1-2 saat ara ile 10 tekrar şeklinde insentif spirometre ile çalışması istenmektedir (32).

Yapılan çalışmalarda İS'nin, PPK oranını düşürmediği ve hastaların hastanede kalış süresini azaltmadığı belirtilmiştir (29). İS'nin havayolu obstrüksiyonu olan hastalarda kontrendike olması nedeniyle akciğer rezeksiyonu olan hastalarda KOAH varlığı ve şiddeti, İS uygulamalarının etkinliğini azaltmaktadır (30, 33, 34). Derin solunum egzersizlerinin ve mobilizasyonun yapılabildiği hastalarda İS kullanımına gerek olmadığı savunulmuştur. Günümüzde İS'nin tek başına yararlı olmadığı fakat VK ve inspiratuar rezerv volüm ile ilişkisi nedeniyle postoperatif akciğer fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılabileceğini savunan çalışmalar da mevcuttur (33, 35).

1c. Noninvaziv Mekanik Ventilasyon (NİMV) Uygulamaları; postoperatif toraks cerrahisinde non-invaziv mekanik ventilasyon (NİMV) kullanımı ile ilgili az sayıda araştırma olmasına rağmen, akciğer rezeksiyonu yapılan hastalarda NİMV'nin sadece akut solunum yetmezliği olan hastalarda değil, tüm hastalar için pnömoni, atelektazi ve bronşiyal konjesyon gibi postoperatif komplikasyonları azaltarak, iyileşmeyi hızlandıran, emniyetli ve etkili uygulamalar olduğu kabul edilmektedir (36).

Akciğer rezeksiyonu yapılan hastanın pnömoni riskini artırması nedeniyle mekanik ventilatörden en erken dönemde ayrılması önemlidir (12). Bu nedenle erken dönemde NİMV desteği öneren bazı çalışmalar vardır. Perrin ve ark. (37), preoperatif 7 gün ve postoperatif 3 gün boyunca göğüs fizyoterapisine ek olarak non-invaziv basınç destek ventilasyonu (NIPSV) uyguladıkları hastaların sadece oksijen tedavisi alan hastalara göre solunum fonksiyon test sonuçlarının, oksijenasyonlarının daha yüksek, majör atelektazi insidansının ve hastanede yatış süresinin daha düşük olduğunu, özellikle FEV1 değeri %70'in altında olan hastalarda NİMV desteğinin profilaktik amaçla kullanımının yararlı olduğunu kanıtlamışlardır. Akciğer rezeksiyonu hastalarında intermitant pozitif basınç ventilasyonu (IPPV) kullanan bir araştırma bu araştırmadan farklı sonuçlar saptamıştır. Toraks cerrahisi hastalarına postoperatif ilk günden taburculuk dönemine kadar bir gruba standart PR (erken ambulasyon, diyafragmatik solunum egzersizleri, postür egzersizleri, germe ve omuz kuşağı egzersizleri), diğer gruba PR'ye ek olarak IPPV (günde en az 3 kez, 15-20 mmHg pozitif basınç ile) uygulanan araştırmada; IPPV grupta, PPK oranının daha fazla olduğu, egzersiz kapasitesi ve solunum fonksiyon değerlerindeki değişiminin benzer olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre IPPV'nin, standart PR'ye göre ek yarar sağlamadığı kanıtlanmıştır. Özellikle erken mobilizasyon ve diğer fizyoterapi yöntemlerinin IPPV'den daha etkili ve yeterli olduğu ortaya çıkmıştır (38).

Akciğer rezeksiyonu hastalarında sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP) ile ilgili bir araştırma da ise; akciğer rezeksiyonu sonrası 1. ve 2. gün göğüs fizyoterapi programına ek olarak 7-8,5 cmH₂O basıncı ile uygulanan CPAP'ın salt fizyoterapi grubuna göre ek avantaj sağlamadığı, hatta CPAP grubunda hava kaçağı oranının yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenlerle CPAP erken dönem uygulanabilir fakat insentif spirometre, derin solunum egzersizleri, üst ve alt ekstremite egzersizleri, öksürme ve huffingden oluşan basit fizyoterapi programının daha emniyetli ve yararlı olduğu belirtilmiştir (39).

2. Bronşiyal Hijyen Teknikleri

Balgam atma sorunu olan hastalarda huffing ve öksürme en etkili yöntemlerdir. Etkili öksüremeyen, düşük intratorasik basınçlı hastalarda bronşiyal hijyen için huffing kullanımı daha uygundur. Huffing öksürmeden daha kolay tolere edilen ve daha ağrısız olan etkili bir yöntemdir. Huffing açık glottise karşı yapıldığı için hava yolu kollapsını en aza indirir ve normal öksürmeye göre daha az bronkospazm yaratır (18, 19, 24). Bronşiyal hijyeni sağlamaya yönelik uygulamaların

özellikle torasik cerrahilerde hasta operasyon sonrası uyanır uyanmaz sıklıkla 15-30 dakika ara ile tekrarlanarak yapılması önerilmektedir (18, 19).

Postoperatif yüksek oturma pozisyonu (30-45 derece, diz ve baş altında yastık, kollar destekli ve gevşek pozisyon), insizyon bölgesinin en az gerildiği, üst ekstremiteler, baş-boyun ve üst göğüs kafesinin gevşek olduğu, ağrının daha az olduğu, FRK'nin sırtüstü ve baş aşağı pozisyonlara göre daha yüksek olduğu, abdominal içeriğin diyafragma bası yapmaması nedeniyle diyafragmanın daha etkin kasılabildiği, dolayısıyla öksürmenin daha etkin olduğu önemli bir stratejik uygulamadır (21). Sekresyon drenajı ve öksürmenin gerektiği dönemlerde hastanın yüksek oturma ve yüksek yan yatış pozisyonunda kalması ve oturabiliyorsa hafif öne eğilerek oturma pozisyonunda çalışılması tercih edilmektedir. Öne eğilme pozisyonu skalen ve sternomastoid kaslarının elektromiyografik aktivitesini azaltır, transdiyafragmatik basıncı artırır, torako-abdominal hareketleri geliştirir (40). Solunum kas liflerinin uzunluk-gerilim ilişkisi açısından avantajlı olan bu pozisyonlar akciğer volümlerinde ve zorlu ekspiratuar akımda artış sağlar ve etkili öksürmeye yardımcı olur. Hastanın veya fizyoterapistin insizyon bölgesini elle, yastıkla, katlanmış havlu veya çarşaf ile desteklemesi intra-abdominal basıncı artırarak hastanın daha etkili ve ağrısız öksürmesine olanak sağlar (18, 19, 25).

Toraks cerrahisi sonrası bronşiyal hijyen tekniklerinden perküsyon (clapping), vibrasyon gibi manuel teknikler hava kaçağı olan hastalarda gerilim pnömotoraksa neden olacağı için kullanılmamalıdır (6).

Aktif ekspirasyona 5-20 cmH₂O basınç ile direnç vererek uygulanan pozitif ekspiratuar basıncın (PEP) postoperatif dönemde akciğer volümlerini artırarak, gaz değişimini ve oksijenasyonu geliştirip, mukus transportunu kolaylaştırarak postoperatif atelektazileri önlediği kanıtlanmıştır (41). PEP ile ilgili az sayıda çalışma olmasına rağmen PEP etkisi yaratan pursed-lip solunum egzersizleri, flutter veya şişe PEP (Bottle PEP) gibi PR teknik ve cihazları ile ilgili çalışmalar yeterli değildir. (42). Sadece bir çalışmada flutter cihazının standart PR uygulamalarına göre postoperatif hastalarda akciğer fonksiyonlarında ve çıkarılan balgam miktarında önemli bir yarar sağlamadığı bulunmuştur (43).

Şişe PEP; şişe içine 10-12 cm yüksekliğinde sıvı ve 30-40 cm uzunluğunda hortum konularak, 10-12-15 cmH₂O basınçlık ortam yaratılarak, hastanın su içine ekspirasyon yapması ile uygulanan basit fakat etkili bir uygulamadır. Sekresyon atılımını kolaylaştırdığı ve akciğer volüm ve kapasitelerini geliştirdiği savunulmaktadır. Şişe PEP uygulamalarında, özellikle çocuk, yaşlı ve mental problemi olan hastalarda şişe içindeki sıvının aspire edilmemesine dikkat edilmelidir (19, 44).

3. Erken Ambulasyon, Genel ve Omuz Egzersizleri

3a. Erken Ambulasyon ve Mobilizasyon; günümüzde laparoskopik cerrahi tipinin gelişmesi ve ağrı kontrolünün daha etkili yapılmasıyla, opere hastalar postoperatif en erken dönemde rahatlıkla mobilize olmaktadır. Erken mobilizasyon, üç yönlü göğüs kafesi hareketliliğini, intraabdominal basıncı, alveolar ventilasyonu artırır, oksijenasyonu geliştirir, V/Q oranını düzenler, tidal volümü ve FRK'yi artırır, mukosilier transportu kolaylaştırır, lenfatik drenajı hızlandırır, solunum ve kalbin iş yükünü azaltır, atelektazi, balgam retansiyonunun yanı sıra derin ven trombozu, pulmoner emboli gibi tromboembolik hastalıklar başta olmak üzere immobiliteye bağlı oluşabilecek diğer riskleri azaltır (45).

Toraks cerrahisi sonrası hasta hemodinamik stabilitesi gerçekleşir gerçekleşmez ayağa kaldırılmalıdır. Negatif basınçlı aralıklı aspirasyon ünitesine bağlı olan hastalar ise tüp hortumlarının izin verdiği ölçüde ayağa kaldırılmalıdır. Bu hastalar yerinde atım atma-yerinde sayma hareketleri, sandalyede oturma-kalkma egzersizleri yapabilir, yatak kenarında sabit bisiklet kullanabilirler. Bu basit teknikler akciğerin tekrar ekspansiyonunu sağlayan tekniklerdir. Ayrıca mobilizasyonun ve pozisyonlamanın hastaya derin solunum egzersizleri ve solunum kontrolü ile koordineli olarak yapılması oksijen transportunu geliştirmesi açısından yararlıdır (19, 45).

Akciğer rezeksiyonu olan hastalarda hızlı ambulasyon protokolleri uygulayan ve önemli yararlar sağladığını savunan birkaç araştırma mevcuttur. Kontrol grubu olmadan, 5 yıllık deneyimin aktarıldığı bir yayında, erken ambulasyon, erken beslenme desteği ve hasta eğitimi ile uygulanan hızlı PR programının lobektomi hastalarında emniyetli olduğu ve hastaların hastanede kalış sürelerini ve PPK oranlarını azalttığı savunulmuştur (46). Lobektomili hastalara postoperatif 4. saatte standart PR'ye ek olarak erken ambulasyon (Ambulasyon protokolü: Cerrahiden 3.5 saat sonra, 3 gün boyunca, 30 dakika yatak içi oturma-15 metre yürüme-30 dakika kanepeye oturma-15 metre yürüme-yatağa dönüş, gerekirse ek O₂ desteği) uygulanarak, cerrahiden 24 saat sonra aynı uygulamaları gören hastalarla sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda; erken ambulasyonun hastaların ağrı şiddetini, tüp drenajını, kalp hızını ve kan basıncını değiştirmeyen, emniyetli bir uygulama olduğu, hastaların ek oksijen talebini azalttığı, akciğer fonksiyonlarını geliştirerek oksijenasyonu iyileştirdiği savunulmuştur (47). Akciğer cerrahisi sonrası gece erken ambulasyon uygulanan hastalarda, standart fizyoterapi gören hastalara kıyasla yatış süresinin değişmediği, PPK oranının (hızlı ambule edilen grupta PPK oranı %7, genel grupta %36, p=0,009) ve morbidite oranının (hızlı ambule edilen grupta morbidite oranı %26, genel grupta %46, p=0,172) ise daha düşük olduğu saptanmıştır (48).

Toraks cerrahisi sonrası erken ambulasyon konusunda standart bir protokol yoktur. Bu uygulamanın hastanın emniyeti için geleneksel yöntemler eşliğinde, genellikle oksijen saturasyonu, kalp hızı, kan basıncı, hipoksemi düzeyi, dispne, yorgunluk ve ağrı şiddeti kriter alınarak hastaya göre planlanması önemlidir (49, 50). Erken ambulasyonda hastanın ağrı şiddetinin 10 üzerinden 4 ve daha az olması dikkate alınmalıdır (38). Konuyla ilgili çalışma gereklidir. Mevcut olan çalışmalar erken ambulasyonun video eşliğinde minimal invaziv yöntemlerle yapılan ameliyatlı, klinik durumu stabil hastalar için daha uygun olduğunu, fakat yine de akciğer kanseri nedeniyle lobektomi yapılan tüm hastalarda kullanılabileceğini savunmuşlardır (12, 17).

3b. Omuz Egzersizleri; akciğer rezeksiyonlarında ameliyat tipine göre omuz fonksiyonları etkilenmektedir. VATS ile yapılan ameliyatlarda posterolateral torakotomi ameliyatlarına göre omuz kas kuvvetinin ve normal eklem hareket açıklığının daha iyi olduğu bulunmuştur. Genel olarak, toraks cerrahisi geçiren hastaların %30'undan çoğunda omuz fonksiyon bozukluğu ve ağrı görülmektedir. Torakotomi ağrısı da omuz fonksiyon bozukluğunu daha fazla artıran bir faktördür (51).

Omuz mobilitesini geliştirmek, donuk omuzu önlemek, hastanın günlük yaşam aktivitelerine geri dönmesi ve genel iyilik halini artırmak için erken dönemden itibaren omuz kuşağı ve genel üst ekstremitte egzersizlerinin PR programında yer alması önerilmektedir (1, 5, 51). Özellikle lobektomi ve torakotomili hastalarda opere taraf omuz depresyonu ve gövde lateral fleksiyonu eğilimini önlemek için postoperatif 1. günden itibaren omuz, baş-boyun, göğüs kafesi mobilitesini arttıran ve postural düzgünlük sağlayan egzersizlerin verilmesi ve bu egzersizlerin solunum kontrolü ile yapılması önemlidir (25, 52, 53). Egzersizler taburculuk döneminde hastaya ev programı şeklinde reçete edilmeli ve takibi yapılmalıdır. Hastaya düzgün postürünü günlük yaşam aktiviteleri sırasında da koruması öğretilmelidir (18, 25).

Akciğer rezeksiyonu sonrası uygulanan PR programlarında üst ekstremitte egzersizlerinin yanı sıra fonksiyonel kapasiteyi geliştirmek için alt ekstremitte egzersizleri de yer almalıdır. Postoperatif 2. gün fizyoterapiye ek olarak dereceli artan bir programla her seans yürüme mesafesinin %150 oranında artırılması ile uygulanan egzersiz programı sonucunda, 4 hafta süresince deney ve kontrol grupta egzersiz kapasitesi ve solunum fonksiyon test sonuçları benzer iken, yürüme programına alınanlarda iyileşmenin anlamlı derecede daha hızlı olduğu bulunmuştur (54).

4. Ağrı Kontrolü

Posterolateral torakotomi ağrısı en şiddetli postoperatif ağrı tiplerindendir. Ağrı, postoperatif iyileşmeyi ve tedavi başarısını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Postoperatif ağrı, özellikle ilk hafta frenik sinir inhibisyonu yaratarak diyafragmanın hareketini kısıtlar ve kuvvetinde azalmaya sebep olur (20). Postoperatif ağrı; solunumu yüzeyelleştirir, akciğer volüm ve kapasitelelerini azaltır, öksürmeyi bozarak balgam retansiyonuna, atelektaziye, hipoksemiye, hiperkapniye ve solunum yetmezliğine sebep olur (12, 55, 56). Devamlı ağrı ise, sempatik aktiviteyi artırarak miyokardın oksijen talebini artırır, miyokardiyal disfonksiyon ve aritmilere neden olur, hastanın tedaviye aktif katılımını ve ambulasyonunu olumsuz etkileyerek hastanede kalış süresini uzatır (55).

Başlıca solunum depresyonu gibi birçok yan etkisi olan ağrı kesici ilaçlara karşın herhangi bir kontrendikasyonu olmayan, Melzack-Wall'ın geliştirdiği spinal seviyede kapı-kontrol teorisine göre ağrının inhibisyonunu sağlayan Transkutaneal Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS), post-op ağrı sağaltımında etkili, güvenilir bir ağrı kesici yöntem olarak kabul edilmektedir. Akut torakotomi ağrısında epidural anesteziye ek olarak uygulanan TENS'in, ağrı şiddetini azalttığı, hastaların sistolik kan basınçlarını düşürerek hemodinamik stabilitelelerini sağladığı bulunmuştur (57). Akciğer rezeksiyonunda posterolateral torakotomi sonrası TENS'in orta ve hafif ağrıda etkili, şiddetli ağrıda etkisiz olduğu saptanmıştır (58). Posterolateral torakotomi hastalarında TENS'in, plasebo TENS veya hasta kontrollü analjezi uygulamalarına göre istirahat ve öksürme sırasında ağrı şiddetini, analjezik kullanımını azalttığı ve hastaların solunum fonksiyonlarında gelişmeler meydana getirdiği kanıtlanmıştır (56, 59).

İlgili araştırmalara göre TENS; toraks cerrahisi sonrası akut ve kronik posterolateral torakotomi ağrısını azaltarak, PR programlarına hastanın aktif katılımını sağlayan, medikal bakımın uygulanmasını kolaylaştıran, diğer analjeziklerle kullanıldığında hastaların hastaneden kalış sürelerini azaltan, solunum fonksiyonlarına indirekt pozitif etkisi nedeniyle etkili öksürmeye katkıda bulunan, hastanın fiziksel fonksiyonel düzeyini geliştiren, kısaca cerrahi kazançlarını artıran ve iyileşmeyi hızlandıran, emniyetli ve etkili bir uygulama olarak kabul edilmektedir (58, 59).

POSTOPERATİF GEÇ DÖNEM PULMONER REHABİLİTASYON

Toraks cerrahisi sonrası, ventilatuar kısıtlılık, kardiyak kısıtlılık, periferik kas fonksiyon bozukluğu, medikasyon ve ağrı nedeniyle hastaların egzersiz toleransı

azalmaktadır. Akciğer rezeksiyonundan 1 ay sonra hastaların akciğer fonksiyon değerleri kısmen düzelmesine rağmen günlük yaşam aktivitelerine katılımlarının, fonksiyonel düzeylerinin ve yaşam kalitelerinin halen düşük olduğu bulunmuştur (11, 60). Devam eden oksijenasyon bozukluğu nedeniyle gelişen dispne ve bacak yorgunluğu, egzersizi kısıtlayan en önemli sorunlardandır. Dispne, ağrı ve bozulmuş fonksiyonel kapasite bireyin yaşam kalitesini düşürmektedir (61). Azalmış egzersiz kapasitesi, toraks cerrahilerinde modifiye edilebilir bir risk faktörüdür (16). Bu nedenle taburculuktan sonra da hastalar PR programlarına dahil edilmelidir. Toraks cerrahisi uygulanmış akciğer kanseri hastaları için postoperatif geç dönemde egzersiz programları; egzersiz kapasitesini, kas kuvvetini artıran, yaşam kalitesini geliştiren, PPK'ları, yorgunluğu, hastanede kalış süresini azaltan uygulamalar olarak kabul edilmektedir (62, 63). Genel olarak geç dönemde (postoperatif 6-36 ay) uygulanacak egzersiz programı önerisi; aerobik, kuvvetlendirme ve solunum egzersizlerinin bir arada kullanılması gerektiği şeklindedir (64, 65).

Toraks cerrahisi geçiren hastalar için postoperatif dönem egzersiz uygulayan birkaç araştırma vardır. Bu araştırmalardan örnek teşkil etmesi açısından bahsedilmiştir.

Postoperatif kemoterapi ve/veya radyoterapi alan 45 akciğer kanseri hastasına bisiklet ergometresi ile günde 30 dakika, aralıklı şiddette uygulanan egzersiz programının egzersiz kapasitesini ve yaşam kalitesini istatistiksel olarak anlamlı derecede geliştirdiği, kalp hızını ve yorgunluk şiddetini azalttığı saptanmıştır (20).

Postoperatif akciğer kanser hastalarında, 14 hafta, haftada 3 kez uygulanan, aerobik egzersiz programlarının hastaların egzersiz kapasitesini, yaşam kalitesini ve fonksiyonel düzeyini arttırdığı, oksidatif statülerini geliştirdiği bulunmuştur (66).

2,5 yıl içinde küçük hücreli dışı akciğer kanseri nedeni ile akciğer rezeksiyonu olan hastalarda uygulanan 4 haftalık hastane içi PR programının (hasta eğitimi, solunum kas eğitimi, maksimal iş yükünün %70-80 şiddetinde aerobik egzersiz programı, üst-alt ekstremité egzersizleri, abdominal kas egzersizleri), hastaların dispne ve yorgunluk şiddetini azalttığı, yaşam kalitesini, kas kuvvetini, solunum fonksiyonlarını ve egzersiz kapasitelerini önemli derecede geliştirdiği tespit edilmiştir (67).

Lobektomi olan akciğer kanseri hastalarına postoperatif 1. günden 12. haftaya kadar uygulanan kompleks PR programının (maksimal kalp hızının %60-80'inde bisiklet ergometresi ile egzersiz, yürüme eğitimi, alt ekstremité kuvvetlendirme egzersizleri ve ev egzersizleri), basit PR programına (bronşiyal hijyen teknikleri, mobilizasyon, üst ekstremité egzersizleri) göre PPK oranında,

egzersiz kapasitesinde ve solunum fonksiyon test parametrelerinde ek bir yarar sağlamadığı, fakat hastaların kas kuvvetini geliştirdiği bulunmuştur (68).

Ortalama 3 ay önce akciğer rezeksiyonu olan akciğer kanseri hastalarına 8 hafta boyunca uygulanan egzersiz programı ile, 3 aylık izlemde hastaların solunum fonksiyonları değişmezken, yürüme mesafelerinin ve bisiklet ergometresine göre iş yükü kapasitelerinin ve semptom kontrolünün geliştiği bulunmuştur (69).

Akciğer rezeksiyonu geçirmiş akciğer kanseri hastalarında postoperatif dönemde 3 hafta boyunca, haftada 5 seans, maksimal iş yükünün %70-80'inde uygulanan egzersiz programının özellikle solunum kapasitesi düşük ve fonksiyonel düzeyi kötü olan hastalarda egzersiz kapasitesini geliştirdiği ve özellikle preoperatif dönemde akciğer volümleri düşük olan hastalarda egzersizin yararlı olduğu bulunmuştur (70).

Akciğer kanseri rezeksiyonu olan hastalarda tek başına postoperatif egzersiz programlarının etkili olmadığı, programın preoperatif dönemde başlayarak preoperatif ve postoperatif dönemde sürmesi gerektiği belirtilmiştir (71, 72). Preoperatif dönemden postoperatif 6 aya kadar uygulanan sistemik PR programının (solunum egzersizleri, solunum kontrolü, gevşeme eğitimi, egzersiz programı) hastaların yaşam kalitelerini özellikle semptom, ağrı ve fonksiyonel statü ile ilgili alanları geliştirdiği saptanmıştır (72).

Konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde postoperatif PR egzersiz program reçetesi, egzersiz tipi, şiddeti, frekansı ile ilgili standart bir protokol olmadığı, egzersiz programının hastaların bireysel ihtiyaçları doğrultusunda, basit ve etkili yöntemlerden oluşması gerektiği ortaya çıkmaktadır (11). Yapılan çalışmalarda olgu sayısı kısıtlı ve randomizasyon ile ilgili bazı kısıtlılıklar olmasına rağmen; postoperatif geç dönemde özellikle akciğer kanseri hastalarında egzersiz, hastaların fiziksel kapasitesini, yaşam kalitesini geliştirmesi açısından yararlı ve emniyetli bir uygulama olarak kabul edilmektedir (73, 74).

SONUÇ

Toraks cerrahileri sonrasında genellikle cerrahiyle ilişkili yetersizlikler ve hastaların yaşam süresi araştırılarak yorumlanmaktadır. Oysa cerrahi uygulamalarda amaç; yaşam süresinin uzatılmasının yanı sıra hastaların günlük yaşam aktivitelerine geri dönmelerini sağlamak ve yaşam kalitelerini arttırmak da olmalıdır. Bu amaçlar doğrultusunda, toraks cerrahi uygulamalarında preoperatif ve postoperatif PR programları hayati rol oynamaktadır (68, 72). Üst ve alt abdominal cerrahilerde PR'nin etkin olduğuna dair yüksek kanıt değeri

bulunmasına rağmen toraks cerrahilerinde PR'nin etkisini araştıran çalışma sayısı yetersizdir. Son literatüre göre derin solunum egzersizleri, öksürme, ambulasyon ve ağrı kontrolü en etkili yöntemler olarak kabul görmektedir (12). Bu yöntemlerden oluşan PR programlarının, PPK oranını, hastaların hastanede kalış süresini, sağlık hizmetlerinin kullanımını ve tedavi maliyetini düşürdüğü kanıtlanmıştır. Yine de programın hasta riskleri dikkate alınarak, hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (4, 11, 72).

Konuyla ilgili çalışmalar yetersiz olmasına rağmen European Respiratory Society (ERS) ve European Society of Thoracic Surgery (ESTS), akciğer rezeksiyonlarında preoperatif ve postoperatif dönemde PR uygulamalarını önermektedir (2, 12). Klinik yararları göz önüne alınarak toraks cerrahi kliniklerinde basit, maliyeti düşük, riski düşük PR uygulamalarına önem verilmesi, cerrahinin başarısı, sağlık maliyeti ve hasta kazançları açısından önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Reeve JC. Physiotherapy interventions to prevent postoperative pulmonary complications following lung resection. What is the evidence? What is the practice? *New Zealand Journal of Physiotherapy* 2008;36:118-30.
2. European Society of Thoracic Surgeons databasesilver book. www.ests.org/documents/PDF/Database-silver-book-2011. Updated April 01, 2011. Accessed September 22, 2014.
3. Stéphan F, Boucheseiche S, Hollande J, et al. Pulmonary complications following lung resection: a comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Chest* 2000;118:1263-70. [CrossRef]
4. Varela G, Ballesteros E, Jiménez MF, et al. Cost-effectiveness analysis of prophylactic respiratory physiotherapy in pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29:216-20. [CrossRef]
5. Denehy L. Physiotherapy and thoracic surgery: thinking beyond usual practice. *Physiother Res Int* 2008;13:69-74. [CrossRef]
6. Hough A. *Physiotherapy in Respiratory Care*. 3th ed. Salisbury: Nelson Thornes, 2001:248-70.
7. Mutlu B. Kronik akciğer hastalığında preoperatif değerlendirme. In: Umut S, Erdinç E; eds. Tanımdan tedaviye kronik obstrüktif akciğer hastalığı. *Toraks Kitapları*, İstanbul: Aves Yayıncılık 2008;6:287-307.
8. Duggan M, Kavanagh BP. Perioperative modifications of respiratory function. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010;24:145-55. [CrossRef]
9. Nici L. The role of pulmonary rehabilitation in the lung cancer patient. *Semin Respir Crit Care Med* 2009;30:670-4. [CrossRef]
10. Williams EA, Quinlan GJ, Goldstraw P, et al. Postoperative lung injury and oxidative damage in patients undergoing pulmonary resection. *Eur Respir J* 1998;11:1028-34. [CrossRef]
11. Varela G, Novoa NM, Agostini P, Ballesteros E. Chest physiotherapy in lung resection patients: state of the art. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2011;23:297-306. [CrossRef]
12. Feltracco P, Serra E, Barbieri S, et al. Postoperative Care of Patients Undergoing Lung Resection. *J Anesth Clin Res* 2012;4:288.
13. Zehr KJ, Dawson PB, Yang SC, Heitmiller RF. Standardized clinical care pathways for major thoracic cases reduce hospital costs. *Ann Thorac Surg* 1998;66:914-9. [CrossRef]
14. Özalevli S. Pre ve Postoperatif Pulmoner Rehabilitasyon. In: Erk M, Ergun P; eds. *Pulmoner Rehabilitasyon*. Toraks Kitapları. İstanbul: Aves Yayıncılık 2009;8:179-94.
15. Klepetko W, Aberg TH, Lerut AE, et al. Structure of general thoracic surgery in Europe. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:663-8. [CrossRef]
16. Shannon VR. Role of pulmonary rehabilitation in the management of patients with lung cancer. *Curr Opin Pulm Med* 2010;16:334-9. [CrossRef]
17. Ambrosino N, Gabbriellini L. Physiotherapy in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010;24:283-9. [CrossRef]
18. Dean E. Individuals with acute surgical conditions. In: Frownfelter D, Dean E; eds. *Cardiovascular And Pulmonary Physical Therapy*. 4th ed. Missouri: Mosby Inc, 2006:529-42.
19. Ridley SC, Heintz-Green A. Surgery for adults. In: Pryor JA, Prasad SA; eds. *Physiotherapy For Respiratory And Cardiac Problems*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone 1998:377-423.
20. Riesenberger H, Lübke AS. In-patient rehabilitation of lung cancer patients-a prospective study. *Support Care Cancer* 2010;18:877-82. [CrossRef]
21. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis, 2007:231-44.
22. Sekine Y, Chiyo M, Iwata T, et al. Perioperative rehabilitation and physiotherapy for lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;53:237-43. [CrossRef]
23. Miyoshi S, Yoshimasu T, Hirai T, et al. Exercise capacity of thoracotomy patients in the early postoperative period. *Chest* 2000;118:384-90. [CrossRef]
24. Regan K, Kleinfeld ME, Erik PC. Physical therapy for patients with abdominal or thoracic surgery. In: Irwin S., Tecklin JS; eds. *Cardiopulmonary Physical Therapy*. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1990:323-41.
25. Anderson JM, Innocenti DM. *Cash's Textbook of Chest, Heart and Vascular Disorders for Physiotherapist*. 4th ed. Philadelphia: JB Lippincott Comp, 1987:325-88.
26. Weindler J, Kiefer RT. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest* 2001;119:1858-64. [CrossRef]
27. Blaney F, English CS, Sawyer T. Sonographic measurement of diaphragmatic displacement during tidal breathing manoeuvres - a reliability study. *Aust J Physiother* 1999;45:41-3.
28. Bastianini F, Silvestri S, Schena E, et al. Evaluation of pulmonary rehabilitation after lung resection through optoelectronic plethysmography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010;2010:2481-4.
29. Gosselink R, Schrevel K, Cops P, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med* 2000;28:679-83. [CrossRef]

30. Agostini P, Calvert R, Subramanian H, Naidu B. Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7:297-300. [\[CrossRef\]](#)
31. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, et al. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest* 2001;120:971-78. [\[CrossRef\]](#)
32. Stock MC, Downs JB, Gauer PK, et al. Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. *Chest* 1985;87:151-7. [\[CrossRef\]](#)
33. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax* 2013;68:580-5. [\[CrossRef\]](#)
34. Weiner P, Man A, Weiner M, et al. The effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on pulmonary function after lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:552-7. [\[CrossRef\]](#)
35. Bastin R, Moraine JJ, Bardocksky G, et al. Incentive spirometry performance. A reliable indicator of pulmonary function in the early postoperative period after lobectomy? *Chest* 1997;111:559-63. [\[CrossRef\]](#)
36. Freynet A, Falcoz PE. Does non-invasive ventilation associated with chest physiotherapy improve outcome after lung resection? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7:1152-4. [\[CrossRef\]](#)
37. Perrin C, Jullien V, Vénissac N, et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Respir Med* 2007;101:1572-8. [\[CrossRef\]](#)
38. Ludwig C, Angenendt S, Martins R, et al. Intermittent positive-pressure breathing after lung surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2011;19:10-3. [\[CrossRef\]](#)
39. Roceto LS, Galhardo FDM, Saad IAB, Toro IFC. Continuous positive airway pressure (CPAP) after lung resection: a randomized clinical trial. *Sao Paulo Med J* 2014;132:41-7. [\[CrossRef\]](#)
40. Sharp JT, Druz WS, Moisan T, et al. Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1980;122:201-11.
41. Ingwersen UM, Larsen KR, Bertelsen MT, et al. Three different mask physiotherapy regimens for prevention of post-operative pulmonary complications after heart and pulmonary surgery. *Intensive Care Med* 1993;19:294-8. [\[CrossRef\]](#)
42. Orman J, Westerdahl E. Chest physiotherapy with positive expiratory pressure breathing after abdominal and thoracic surgery: a systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:261-7. [\[CrossRef\]](#)
43. Chatham K, Marshall C, Campbell IA, Prescott RJ. The Flutter VPR1 Device for Post-thoracotomy Patients. *Physiotherapy* 1993;79:95-8. [\[CrossRef\]](#)
44. Westerdahl E, Lindmark B, Almgren SO, Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery-a comparison of three different deep breathing techniques. *J Rehabil Med* 2001;33:79-84. [\[CrossRef\]](#)
45. Kieran M, McCoy P, Weber BA, Pryor JA. Surgical patients and patients requiring intensive care. In: Weber BA, Pryor JA; eds. *Physiotherapy For Respiratory And Cardiac Problems*. Tokyo:Churchill Livingstone, 1993:237-79.
46. Das-Neves-Pereira JC, Bagan P, Coimbra-Israel AP, et al. Fast-track rehabilitation for lung cancer lobectomy: a five-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;36:383-91. [\[CrossRef\]](#)
47. Kaneda H, Saito Y, Okamoto M, et al. Early postoperative mobilization with walking at 4 hours after lobectomy in lung cancer patients. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2007;55:493-8. [\[CrossRef\]](#)
48. Muehling BM, Halter GL, Schelzig H, et al. Reduction of postoperative pulmonary complications after lung surgery using a fast track clinical pathway. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:174-80. [\[CrossRef\]](#)
49. Rocmans P. A Surgical treatment of nonsmall cell lung cancer. *Eur Respir Mon* 2001;17:170-89.
50. Ueda K, Sudoh M, Jinbo M, et al. Physiological rehabilitation after video-assisted lung lobectomy for cancer: a prospective study of measuring daily exercise and oxygenation capacity. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;30:533-7. [\[CrossRef\]](#)
51. Li WW, Lee TW, Yim AP. Shoulder function after thoracic surgery. *Thorac Surg Clin* 2004;14:331-43. [\[CrossRef\]](#)
52. Rochester CL. Pulmonary rehabilitation for patients who undergo lung-volume-reduction surgery or lung transplantation. *Respiratory Care* 2008;53:1196-202.
53. Reeve J, Denehy L, Stiller K. The physiotherapy management of patients undergoing thoracic surgery: a survey of current practice in Australia and New Zealand. *Physiother Res Int* 2007;12:59-71. [\[CrossRef\]](#)
54. Sivakumar T, Maiya GA. Effect of Graded Incremental Mobilization on Exercise Tolerance Following Lung Resection Surgery. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy* 2008;2:9-12.
55. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth* 1997;78:606-17. [\[CrossRef\]](#)
56. Solak O, Turna A, Pekcolaklar A, et al. Transcutaneous electric nerve stimulation for the treatment of postthoracotomy pain: a randomized prospective study. *Thorac Cardiovasc Surg* 2007;55:182-5. [\[CrossRef\]](#)
57. Chandra A, Banavaliker JN, Das PK, Hasti S. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunctive to epidural analgesia in the management of acute thoracotomy pain. *Indian J Anaesth* 2010;54:116-20. [\[CrossRef\]](#)
58. Freynet A, Falcoz PE. Is transcutaneous electrical nerve stimulation effective in relieving postoperative pain after thoracotomy? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;10:283-8. [\[CrossRef\]](#)
59. Erdogan M, Erdogan A, Erbil N, et al. Prospective, Randomized, Placebo-controlled Study of the Effect of TENS on postthoracotomy pain and pulmonary function. *World J Surg* 2005;29:1563-70. [\[CrossRef\]](#)
60. Novoa N, Varela G, Jiménez MF, Aranda JL. Influence of major pulmonary resection on postoperative daily ambulatory activity of the patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009;9:934-8. [\[CrossRef\]](#)
61. Handy JR Jr, Asaph JW, Skokan L, et al. What happens to patients undergoing lung cancer surgery? Outcomes and quality of life before and after surgery. *Chest* 2002;122:21-30. [\[CrossRef\]](#)

62. Benzo RP. Pulmonary rehabilitation in lung cancer: a scientific opportunity. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007;27:61-4. [\[CrossRef\]](#)
63. Stigt JA, Uil SM, van Riesen SJ, et al. A randomized controlled trial of postthoracotomy pulmonary rehabilitation in patients with resectable lung cancer. *J Thorac Oncol* 2013;8:214-21. [\[CrossRef\]](#)
64. Jones LW, Eves ND, Kraus WE, et al. The lung cancer exercise training study: a randomized trial of aerobic training, resistance training, or both in postsurgical lung cancer patients: rationale and design. *BMC Cancer* 2010;21:155. [\[CrossRef\]](#)
65. Sommer MS, Trier K, Vibe-Petersen J, et al. Perioperative rehabilitation in operation for lung cancer (PROLUCA) - rationale and design. *BMC Cancer* 2014;4:404. [\[CrossRef\]](#)
66. Jones LW, Eves ND, Spasojevic I, et al. Effects of aerobic training on oxidative status in postsurgical non-small cell lung cancer patients: a pilot study. *Lung Cancer* 2011;72:45-51. [\[CrossRef\]](#)
67. Cesario A, Ferri L, Galetta D, et al. Post-operative respiratory rehabilitation after lung resection for non-small cell lung cancer. *Lung Cancer* 2007;57:175-80. [\[CrossRef\]](#)
68. Arbane G, Tropman D, Jackson D, Garrod R. Evaluation of an early exercise intervention after thoracotomy for non-small cell lung cancer (NSCLC), effects on quality of life, muscle strength and exercise tolerance: randomised controlled trial. *Lung Cancer* 2011;71:229-34. [\[CrossRef\]](#)
69. Spruit MA, Janssen PP, Willemssen SC, et al. Exercise capacity before and after an 8-week multidisciplinary inpatient rehabilitation program in lung cancer patients: a pilot study. *Lung Cancer* 2006;52:257-60. [\[CrossRef\]](#)
70. Sterzi S, Cesario A, Cusumano G, et al. Post-operative rehabilitation for surgically resected non-small cell lung cancer patients: serial pulmonary functional analysis. *J Rehabil Med* 2013;45:911-5. [\[CrossRef\]](#)
71. Rodriguez-Larrada A, Lascurain-Aguirrebenaa I, Abecia-Inchaurreguib LC, Secoc J. Perioperative physiotherapy in patients undergoing lung cancer resection. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2014;19:269-81. [\[CrossRef\]](#)
72. Li XH, Zhu JL, Hong C, et al. Effect of systematic rehabilitation programs on quality of life in patients undergoing lung resection. *Molecular and Clinical Oncology* 2013;1:200-08.
73. Granger CL, McDonald CF, Berney S, et al. Exercise intervention to improve exercise capacity and health related quality of life for patients with non-small cell lung cancer: a systematic review. *Lung Cancer* 2011;72:139-53. [\[CrossRef\]](#)
74. Crandall K, Maguire R, Campbell A, Kearney N. Exercise intervention for patients surgically treated for Non-Small Cell Lung Cancer (NSCLC): a systematic review. *Surg Oncol* 2014;23:17-30. [\[CrossRef\]](#)