



DERLEME / REVIEW

Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Pulmoner Rehabilitasyon Yaklaşımları

Pulmonary Rehabilitation Approaches in Patients with Spinal Cord Injury

Rüstem MUSTAFAOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi , Ela TARAKCI, Prof. Dr. 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul

Kabul tarihi/Accepted: 06.08.2020

İletişim/Correspondence:

Rüstem Mustafaoğlu, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Büyükkçekmece Yerleşkesi Alkent 2000 Mah. Yiğittürk Cad. No:5/9/1 Büyükkçekmece/İstanbul

E-posta: rustem.mustafaoglu@istanbul.edu.tr

Özet

Spinal kord yaralanması sonrası, pulmoner komplikasyonlar, akut dönemde morbidite ve mortalitenin ana sebebidir. Bu dönemde hastaların yaradan fazlasında atelettazi, pnömoni ve solunum yetmezliği gibi yaşamı tehdit eden solunumla ilişkili sorunlar gelişmektedir. Solunum fonksiyon bozukluğunun derecesi, nörolojik hasarın kapsamı ve seviyesine bağlı olup, yüksek servikal ve torasik lezyonu olan bireylerin daha yüksek risk taşıdığı bilinmektedir. Hastalar solunum semptomları açısından kapsamlı olarak değerlendirilmelidir. Hastalarda sekresyonları azaltmak ve dışarıya atılmasını sağlamak, ventilasyonu artırmak için yaygın olarak kullanılan teknikler, postüral drenaj, perküsyon, vibrasyon, diyafragmatik solunum, segmental solunum, öksürük teknikleri ve aspirasyon gibi yaklaşımları içermektedir. Uygulanan pulmoner rehabilitasyon yaklaşımları ile hastaların mekanik ventilasyondan kurtarılması, sekresyonların atılması, solunum kaslarının kuvvetlendirilmesi, öksürüğün geliştirilmesi ve ventilasyonun artırılmasıyla birlikte günlük yaşama katılımlarında artışla birlikte yaşam kalitelerinin geliştiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Spinal kord yaralanması, spirometre, solunum egzersizleri, rehabilitasyon.

Abstract

Pulmonary complications after spinal cord injury are the main cause of morbidity and mortality in the acute period. In this period, more than half of patients develop life threatening respiratory problems such as atelectasis, pneumonia and respiratory failure. The degree of respiratory dysfunction depends on the extent and level of neurological damage, and individuals with high cervical and thoracic lesions are known to have a higher risk. Patients should be comprehensively evaluated for respiratory symptoms. Commonly used techniques to reduce secretions and increase ventilation include postural drainage, percussion, vibration, diaphragmatic breathing, segmental breathing, cough techniques, and aspiration. With the pulmonary rehabilitation approaches applied, it is observed that quality of life improves with the increase in their participation in daily life with the recovery of patients from mechanical ventilation, removal of secretions, strengthening of respiratory muscles, development of cough capacity and increasing ventilation.

Keywords: Spinal cord injury, spirometer, breathing exercises, rehabilitation.

Giriş

Pulmoner komplikasyonlar, spinal kord yaralanması (SKY) sonrası, akut dönemde morbidite ve mortalitenin ana sebebidir ve insidansı %36 ile %83 arasında değişmektedir. Bu dönemde hastaların yaklaşık 2/3'ünde mekanik ventilasyon gerektirecek atelettazi, pnömoni ve solunum yetmezliği gibi yaşamı tehdit eden komplikasyonlar gelişmektedir (Jackson & Groomes, 1994). Akut dönemde hastanede kalış sırasındaki solunum komplikasyonlarının sayısı, hastanede yatış süresini ve maliyetini önemli ölçüde belirlemektedir. Mekanik ventilasyon kullanımı, pnömoni

gelişimi, cerrahi gereksinim ve trakeostomi kullanımı hastane maliyetlerinin yaklaşık %60'ını oluşturmakta ve lezyon seviyesinin hastane maliyetleri için belirleyici bir unsur olabileceği düşünülmektedir (Winslow vd., 2002). Solunum fonksiyon bozukluğunun derecesi, nörolojik hasarın kapsamı ve seviyesine bağlı olup, yüksek servikal ve torasik lezyonu olan bireylerin daha yüksek risk taşıdığı bilinmektedir. Servikal yaralanmalarda, özellikle C1-C4 lezyonu olanlar, mekanik ventilasyona bağımlı olarak yaşam sürdürme eğilimi içinde olmaktadır (Devivo, 2012).

Farklı solunum komplikasyonlarının insidansı, lezyon seviyesine göre değişmektedir. C1-C4 seviye lezyonu olanlarda, pnömoni en sık görülen komplikasyon olup hastaların %63'den fazlasında görülürken, bunu solunum yetmezliği (%40) ve atelettazi (%40) takip etmektedir. C5-C8 seviye lezyonu olanlarda en sık görülen komplikasyon atelettazidir (%34), bunu pnömoni (%28) ve solunum yetmezliği (%23) izlemektedir. T1-T12 yaralanması olan bireylerin %65'inde atelettazi gelişmektedir (Lemons & Wagner, 1994). SKY'de pulmoner komplikasyonlara yol açan solunum fonksiyon bozukluğunun, solunum kaslarının kuvvetinde azalma ve yorgunluk, inspiratuar kapasitede azalma ve atelettazi sonucunda vital kapasite [vital capacity (VC)]'de azalma; sekresyon üretiminde artış ve yetersiz öksürmeye bağlı olarak sekresyon birikimi; bronkospazm ve pulmoner ödem gibi otonomik disfonksiyon ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Berlly & Shem, 2007).

"SKY'de pnömoni, solunum yetmezliği ve atelettazi akut dönemde en sık görülen komplikasyonlardır"

Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Patofizyoloji

SKY hastalarında genel olarak, fonksiyonel bozulma, lezyon seviyesi daha fazla kranilyelde olduğu durumlarda daha da kötüleşmektedir. Buna ek olarak, lezyonun altında Amerikan Spinal Injury Association (ASIA) skoru A olarak sınıflandırılan motor veya duyuşal fonksiyonun yokluğu olarak tanımlanan tam kesilerde, kısmi (ASIA, B-D) kesilere göre daha fazla fonksiyonel bozulma görülmektedir (Ditunno vd., 2004). C3-C5 seviyesi üzerinde lezyonlarda frenik sinir de etkilendiğinden hem inspiratuar kaslarda hem de ekspiratuar kaslarda paralizisi görülür, hastalar solunum açısından mekanik ventilasyon veya frenik sinir stimülasyonuna bağımlı hale gelirler. Daha aşağı lezyon seviyelerinde ise mekanik ventilasyon yardımı olmadan nefes alma olasılığı artmaktadır. SKY'li bireylerde, muhtemel göğüs kafesi sertliğinin gelişmesi, servikal bölge yardımcı kaslarının kuvvetinin artması ve çeşitli göğüs kafesi elemanlarının daha iyi bir şekilde birlikte hareket etmesi nedeniyle göğüs kafesi paradoksu yaralanma sonrası zamanla azalır (Schilero vd., 2009). Göğüs kafesi eklemlerinde gelişen bu sertliğe bağlı olarak, göğüs duvarı, akciğer ve göğüs kafesi kompliyansı azalır ve diyafram-abdomen kompliyansı artar. Abdominal duvar kompliyansındaki artış, göğüs kafesinin alt kostalarına etki ederek genişlemesine sebep olan sürükleyici kuvvetleri azaltarak anormal ventilasyon dağılımına neden olur. Solunum sistemindeki bu değişiklikler yetersiz ventilasyona neden olmaktadır. Bu yetersizlik, solunum kaslarının yorgunluğuna, özellikle de pnömoni veya solunum yolları tıkanıklığında olduğu gibi, kaslara ek yük bindirmektedir (Brown vd., 2006). Kompliyanstaki değişiklikler, göğüs duvarı distorsiyonu ve C2 altında tam lezonlar, inspiratuar ve ekspiratuar kaslarda paralizye neden olarak VC'de beklenen değerlere göre %20-50 azalmaya, solunum yetmezliğine ve öksürük fonksiyonlarında önemli derecede azalmaya neden olmaktadır (Menter vd., 1997). Bu mekanik dengesizlik ve dezavantaj, hastalarda daha az etkili ventilasyon, artan solunum işi ve distal hava yollarında kollaps ve mikroatelettaziye neden olur (de Paleville vd., 2011) SKY'li bireylerde görülen diğer

önemli problemlerden biri de havayolu sekresyonlarının birikimidir. Akciğerlerde havayolu sekresyonlarının birikimi, etkilenmiş öksürüğe sekonder artmış sekresyon üretimi veya azalmış havayolu temizliği ile ilişkilidir. Bu dönemde solunum desteği için entübasyon ve mekanik ventilasyona gereksinim duyulur (Claxton vd., 1998). Servikal ya da yüksek torasik lezyonu olan hastalarda etkili öksürme yeteneği ciddi şekilde bozulur. Abdominal ve internal interkostal kaslarda görülen innervasyon kaybı hastaların zorlu ekspirasyon yapma becerilerini kaybetmelerine neden olmaktadır (Roth vd., 1997).

"Solunum fonksiyonlarında ve solunum kas kuvvetinde azalma diğer önemli komplikasyonlardır"

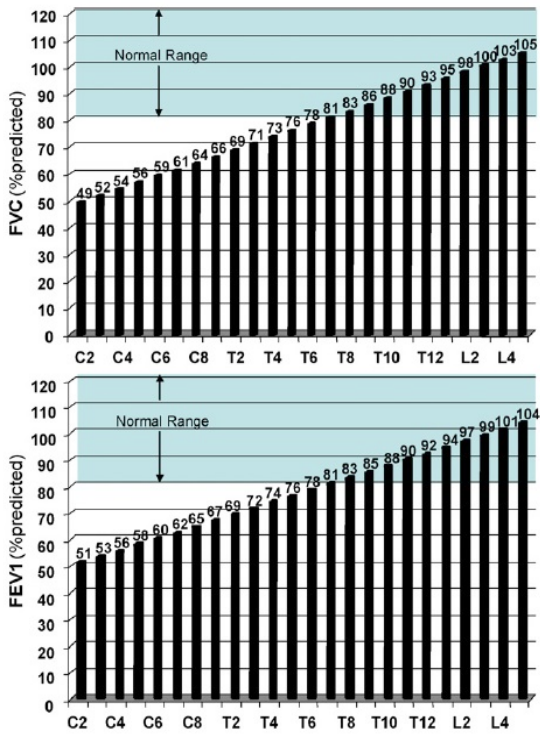
Pulmoner Komplikasyonlar

Solunum fonksiyon parametrelerinde bozulma

Akciğer fonksiyon parametrelerindeki en düşük değer, SKY'den hemen sonra meydana gelir ve yaralanmadan sonraki ilk yıl içinde belirgin şekilde artar. Düşük seviye tetraplejik (C6-C8) hastalarda, beklenen zorlu vital kapasite yüzdesi [forced vital capacity (%FVC)], lezyon seviyesi kaudale indikçe, vertebral seviye başına %9 oranında artmaktadır (Ball, 2001; Baydur vd., 2001). Torasik ve lomber lezyon seviyeleri için ise kaudale doğru indikçe, %FVC değeri vertebral seviye başına %1 artmaktadır. Linn vd. (2001), çalışmalarında spinal kord yaralanma seviyelerine göre beklenen %FVC ve %FEV1 değerleriyle korelasyonunu Şekil-1'de olduğu gibi göstermişlerdir. Yaralanmanın tipi de %FVC'yi etkilemektedir. Yüksek lezyon seviyeli ve tam kesi lezyonu olmayan (ASIA B ile D) kişilerde, %FVC'nin, tam kesi lezyona (ASIA A) sahip olanlardan yaklaşık %16 daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Linn vd., 2001). Pulmoner fonksiyon parametreleri, ölçüldükleri vücut pozisyonuna göre değişmektedir. SKY'li bireylerde, sağlıklı bireylerin aksine FVC ve FEV1 değerleri oturma pozisyonuna göre sırtüstü pozisyonunda anlamlı olarak daha yüksek çıkmaktadır (Schilero vd., 2009). Supin pozisyonunda VC'deki artış, yer çekiminin abdominal içeriğe etkisi ve rezidüel hacimde eşzamanlı azalma ile ilişkilidir (Estenne & De Troyer, 1987). Oturma pozisyonunda ise abdominal içeriğin abdominal duvar kas tonusu azalması ile daha az desteklenmesi ve öne doğru hareket etmesine bağlı olarak bel çevresinde artışa ve diyaframın yerçekimi ile birlikte daha aşağıya düşmesi ile pulmoner fonksiyonlarda değişiklik görülür (Estenne vd., 2000).

Solunum kas kuvvetinde azalma

Genel inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvveti belirteci olarak kabul edilen maksimum ağız içi basınçlar; maksimum inspiratuar basınç (MİP) ve maksimum ekspiratuar basınç (MEP) değerleri tetraplejik bireylerde sağlıklı bireylere göre önemli derecede azalmaktadır. SKY'li hastaların ekspiratuar kas fonksiyonları daha fazla etkilendiğinden MEP değerleri MİP değerlerinden daha fazla azalmaktadır (Schilero vd., 2009). Statik ağız basınçlarının, tam motor lezyonları olan kişilerde yaralanma seviyesi ile ilişkili olduğu, ancak tam kesi lezyonu olmayanlarda ilişkili olmadığı bildirilmiştir (Mateus vd., 2007).



Şekil-1. Spinal kord yaralanma seviyelerine göre beklenen %FVC ve %FEV1 değerleriyle korelasyonu (Linn vd., (2001) çalışmasından uyarlanmıştır).

Dispne

Efora bağlı nefes darlığı prevelansının yüksek lezyon seviyeli bireylerde daha fazla olduğu varsayılmaktadır. Sağlıklı kişilerde belli bir efor sırasında, en az egzersiz kapasitesine sahip olan kişiler en fazla nefes darlığı sergilemektedirler (Kearon vd., 1991). Buradan yola çıkarak SKY'li bireylerde nefes darlığının lezyon seviyesiyle ilişkili olduğu sonucuna varılabilir. Bunun nedeni ise daha yüksek lezyon seviyeli hastalarda daha fazla kas paralizisi, sınırlı strom hacmi ve egzersize kronotropik yanıtların egzersiz kapasitesini sınırlamasıdır. Ayrıca, sempatik sinir sistemi üzerinde supraspinal kontrol kaybının, düşük plazma hacminin ve periferik venöz göllenmenin kardiyak ön yükü azaltarak ve egzersiz kapasitesini düşürerek efor dispnesine neden olduğu düşünülmektedir (Manning vd., 1992).

Atelektazi ve pnömoni

Atelektazi SKY'li hastalarda en sık görülen solunumsal komplikasyondur (Jackson & Groomes, 1994). Atelektazi akut SKY'li hastalarda pnömoniye ve solunum yetmezliğine yol açabilmektedir (Winslow & Rozovsky, 2003). Atelektazi, solunum kaslarının zayıf olması, abdominal içeriğin diyaframa doğru bası yapması, bronşiyal sekresyonların birikmesi ve zayıf öksürük akciğerlerin genişlemesinde yetersizliğe sekonder olarak ortaya çıkmaktadır. SKY'li bireylerde alveollerin azalan genişleme kabiliyeti, sürfaktan salınımında önemli bir azalmaya yol açarak atelektazi gelişimine katkıda bulunmaktadır. Pnömoni, akciğer dokusunun iltihaplanması olarak tanımlanır ve genellikle altta yatan bir enfeksiyon vardır (Jackson & Groomes, 1994). Pnömoni insidansı, mekanik ventilasyona bağlı olanlarda entübe geçen her gün için %1 ile %3 oranında artma riski taşımaktadır (Craven, 2000).

Hipersekresyon

Yüksek seviyeli lezyonlarda aşırı bronşiyal mukus sekresyonu yaralanmadan 1 saat sonra ortaya çıkabilmektedir. Hipersekresyonun akut tetraplejili hastaların yaklaşık %40'ında görüldüğü bildirilmiştir (Berlly & Shem, 2007). Sekresyonların hem miktarı hem de kimyasal içerikleri anormaldir, ancak bu anormallik sonraki aylarda normale dönme eğilimindedir. Bu durum bronşiyal mukus bezi salgılarının nöronal etkisini düşündürmektedir. Aşırı mukus sekresyonunun, yaralanmadan sonra sempatik kontrol ve vagal aktivitenin yitirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. SKY sonrası parasempatik dengesizliğin bir sonucu olarak, bronş spazmı, artmış vasküler tıkanıklık ve azalmış mukosilyer aktivite görülmektedir (Bhaskar vd., 1991). Etkisiz öksürük ve bronkospazmlar ile artan sekresyonlar, ilk 5 gün boyunca yaygın olarak görülen mukus tıkaçlarına yol açmaktadır (Slonimski & Aguilera, 2001).

“Sekresyonları azaltmak için postüral drenaj, diyafragmatik solunum ve öksürük teknikleri kullanılır”

Öksürük

Abdomen antero-lateral duvarının kasları ve ekspiratuar interkostaller de dahil olmak üzere majör ekspiratuar kasların fonksiyonlarındaki kayba bağlı olarak tetraplejik ve yüksek lezyon seviyeli paraplejik hastalarda öksürük etkinliği azalmaktadır. Pektoralis majör kasının klaviküler parçası tarafından modüle edilen öksürük, pasif bir sürece ziyade aktiftir ve kas kasılması, tetraplejili olguların önemli bir kısmında ekspiratuar çabalar sırasında dinamik hava yolu basısına neden olur. SKY'li hastalarda abdominal ve internal interkostal kasları innerve eden sinirlerin etkilenimine bağlı olarak hastalar zorlu ekspirasyon yapma becerilerini kaybedebilmektedirler (Berlowitz vd., 2016). Etkisiz öksürük ile düşük ekspiratuar basınçlar sıklıkla SKY'de mukus tıkanması ve atelektaziye neden olmaktadır (Slonimski & Aguilera, 2001).

Solunum yetmezliği

Akut solunum yetmezliğinin nedeni, atelektazi, pnömoni ve sekresyon birikimine bağlı ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğundan kaynaklanan hipoksemi veya solunum kas güçsüzlüğünden kaynaklanan hiperkarbi sonucu gelişmektedir. Akut solunum yetmezliği riski, lezyon seviyesiyle ilişkilidir (Winslow & Rozovsky, 2003). Solunum yetmezliği solunum sisteminin oksijenizasyon ve/veya karbondioksit eliminasyon işlevlerinde meydana gelen bozukluğa bağlı olarak PaO₂ in 60 mmHg'nın altında, PaCO₂ in 45 mmHg'nın üzerinde olması durumudur (Roussos & Koutsoukou, 2003). C1-C4 yaralanmalı hastaların %40'ında, C5-C8 yaralanmalı hastaların %23'ünde ve torasik seviye lezyonların %9,9'unda solunum yetmezliği görülmektedir (Jackson & Groomes, 1994). Yaklaşmakta olan solunum yetmezliğinin belirtileri arasında taşipne, ilerleyici desatürasyon ve VC'de azalma sayılmaktadır.

Fizyoterapi Değerlendirmesi

Hastaların fizyoterapi değerlendirmesinde, ilk olarak hastanın yaşı, beden ağırlığı, cinsiyeti, eğitim durumu gibi demografik bilgilerinin yanı sıra yaralanma öncesi solunumla ilgili hastalık varlığı, ilaç kullanımı, sigara içme

öyküsü sorgulanır. Hastanın nörolojik yaralanma seviyesinin bilinmesi hastanın olası solunum fonksiyon bozukluğunun belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Fizyoterapist, fiziksel değerlendirmede hastanın yüz ifadesi, burun kanatlarının hareketi (hastada solunum yetmezliğinin ve yardımcı solunum kaslarının kullandığının belirtisi), solunum frekansı, solunum derinliği, solunum tipi, inspirasyon/ekspirasyon oranı ve paradoksal solunum durumunu gözlemleyip not etmelidir. Palpasyonla, hastanın göğüs kafesi deformiteleri (sternum, kostaların durumu), lezyon seviyesine bağlı olarak etkilenen solunum kaslarında tonus kaybı veya spastisite durumu değerlendirilmelidir. Ayrıca, hastanın sakin solunum sırasında göğüs duvarına eller yerleştirilerek ventilasyon simetrisi değerlendirilmelidir. Asimetrik göğüs hareketleri atelettazi veya pnömotoraksı düşündürmektedir. Göğüs çevre ölçümü, hasta nötral duruşta, maksimum inspirasyon ve maksimum ekspirasyon sırasında aksillar, epigastrik ve subkostal bölgelerden mezura ile değerlendirilerek göğüs duvarı mobilitesi hakkında bilgi edinilir. Ayrıca, hastanın VC'si uygun şekilde belirlenmelidir. VC, ilk birkaç gün boyunca sık izlenmelidir. C5-C6 seviye lezyonu olan bireylerde, ilk hafta içinde VC'de %30-%50 oranında azalma olabileceği ileri sürülmüştür (Slack & Shucart, 1994). Öksürüğün değerlendirilmesi, bireyin öksürmesini isteyerek subjektif olarak veya pik-flow metre kullanılarak tepe öksürük akışı değerlendirilmelidir (Kulnik vd., 2015). Solunum sesleri (ral, ronkus, wheezing) değerlendirilmelidir (Jackson & Groomes, 1994). Arteryal kan gazı analizleri de SKY'li hastalarda önemlidir (Raurich vd., 2014). Sürekli izleme gerektiğinde, pulse oksimetre kullanımı tercih edilebilir (Walker & Fernandes, 2009). Hastanın solunum fonksiyonları spirometre, solunum kas kuvveti (MIP ve MEP) veya sniff nazal inspiratuar basınç ile değerlendirilerek kaydedilmelidir.

Pulmoner Rehabilitasyon

Solunum sistemi komplikasyonları SKY'de yaygın ve iyi bilinen bir problem olmakla birlikte, yönetimi hakkında çok az bilgi mevcuttur, mevcut uygulamalar esas olarak klinik deneyim ve uzman görüşlerine dayanmaktadır (Wallbom vd., 2004). Erken dönemde rehabilitasyonun amacı, akciğerlerin ekspansiyonunu sağlamak ve sekresyonları temizlemektir. SKY'li hastalarda sekresyonları azaltmak ve dışarıya atılımını sağlamak, ventilasyonu artırmak için yaygın olarak kullanılan teknikler, postür drenaj, perküsyon, vibrasyon, diyafragmatik solunum, segmental solunum, öksürük teknikleri ve aspirasyonu gibi yaklaşımları içermektedir. Sekresyonları mobilize eden müdahaleler, mukus tıkaçlarının gelişimini, atelettaziyi, pnömoniyi ve solunum yetmezliğini önlemek için gereklidir ve yaralanmadan hemen sonra başlanmalıdır. Ayrıca, ventilasyonu artırmak için solunum kaslarının eğitimi, noninvazif pozitif hava basıncı desteği ve yüksek tidal volüm mekanik ventilasyon yöntemlerinden de destek alınmaktadır (Galeiras Vazquez vd., 2013).

Postural Drenaj

Postural drenaj yerçekiminin yardım edeceği şekilde hastayı özel pozisyonlara yerleştirerek akciğerlerin etkilenmiş loblarını sekresyonlardan temizleme tekniğidir. Hasta immobil ise sekresyonları mobilize etmek için postural drenaj ve pasif pozisyonlama teknikleri ile yerçekimini kullanarak sekresyonların mobilizasyonunun fasilite etme hedeflenir. Bu tekniğin amacı, sekresyonları

akciğerlerin en periferik bölgelerinden ana hava yoluna taşımak ve taşınmış olan bu sekresyonların öksürük veya aspirasyon yöntemi kullanılarak çıkarılmasına destek sağlamaktır. Hastanın etkilenen akciğer alanı üstte kalacak şekilde pozisyonlanması, yer çekiminin drenaja yardımcı olmasını sağlar. Hasta, her pozisyonunda (Trendelenburg, sırtüstü, yüzüstü, sol ve sağ tarafa yatma) hasta toleransına bağlı olarak en az 5-10 dakika tutulmalıdır. Hastanın durumuna göre günde 2-6 defa (koyu sekresyon) uygulanabilir. Tüm akciğer temizlemek isteniyorsa uygulamanın 30-45 dakikayı geçmemesine özen gösterilmelidir. Postural drenaj sonrası yoğun solunum egzersizleri uygulanmalıdır (Galeiras Vazquez vd., 2013).

Perküsyon ve Vibrasyon

Perküsyon ve vibrasyon, göğüs duvarına oluşturdukları enerji dalgası ile hava yollarındaki sekresyonların temizlenmesine katkı sağladığı düşünülen özel tekniklerdir. Perküsyon, akciğerin etkilenmiş bölgesinde göğüs duvarı üzerine kubbe şekli verilmiş elle ritmik olarak "clapping" uygulanmasıdır. Her akciğer segmenti üzerine 1-2 dakika boyunca uygulanır. Vibrasyon uygulamasında, bir el diğer elin üstüne konur ve ekspirasyon boyunca göğüs kompresyonu uygulanır. Shaking uygulamasında, ekspirasyon sırasında göğse doğru vücut ağırlığıyla sarsma hareketi (shaking) uygulanır (Galeiras Vazquez vd., 2013). Vibrasyon ile, hasta derin bir nefes aldıktan sonra ekspirasyon fazı sırasında hastanın göğüs kafesi üzerinde iki el üst üste konularak enerji dalgaları yaratarak etkilenen bölgeden sekresyonların mobilize edilmesi hedeflenir. Bu teknikler postural drenaj ile birleştirilebilir. Perküsyonda sürekli aynı noktaya vurulmamalı, büyük kemikler, vertebralar ve 11-12. kostalara perküsyon yapılmamalıdır (Marsolais vd., 2005). Kardiyovasküler sistemin instabilitesi, pnömotoraks, pulmoner emboli, belirgin plevral efüzyon, stabil olmayan omurga, kafa içi basınç artışı, akut hemoptizi, kırık kaburgalar, göğüs yanıkları ve yaralar bu tekniklerin uygulanması için kontrendike durumlardır (Galeiras Vazquez vd., 2013).

Diyafragmatik solunum

Diyafram, inspirasyon sırasında en fazla rol alan kastır. Eğer yardımcı solunum kasları solunumda daha fazla rol alıyorsa bu durumda tedavinin amacı hastanın diyafragmatik solunumunu artırmaktır. Diyafragmatik solunumda amaç inspirasyon sırasında diyaframın etkin olarak aşağı inmesi, ekspirasyon sırasında ise yukarı çıkmasıdır. Uygulama sırasında hasta rahat ve yerçekiminin diyaframa yardımcı olacağı yarı yatar pozisyonunda pozisyonlanmalıdır. İspirasyon yaparken abdominal bölgeye uygulanan basınç azaltılır. Bu uygulama 3-4 kez tekrar etmeli, hasta hiperventilasyon yapmaması için dikkatli olunmalıdır (Berly & Shem, 2007).

Segmental solunum

Segmental solunum egzersizleri, lokalize solunum egzersizleri olarak da bilinir. Göğüs duvarının uygun bölgelerine basınç uygulanması ile propriozeptif stimuluslardan yararlanarak daha önceden planlanan akciğer loblarının daha iyi ekspansiyon olması düşüncesine dayanılarak bu bölgelerin daha iyi havalanması amaçlanır. SKY'li hastalarda atelettazi, pnömoni gibi durumlarda akciğerlerin belli bazı bölgelerinde hipoventilasyonun ortaya çıktığı bilinmektedir. Apikal ekspansiyon, unilateral

bazal ekspansiyon, posterior basal ekspansiyon ve bilateral bazal ekspansiyonu gibi segmentlere ayrılarak uygulanmaktadır (Pryor & Prasad, 2008). Segmental solunum uygulamasında amaç, dispneyi kontrol etmek, alveolar ventilasyonu ve oksijenasyonu artırmaktır. Egzersiz birkaç kez tekrarlandıktan sonra hastanın hiperventile olmaması ve baş dönmesi olmaması için çalışmaya ara verilip hastadan gevşemesi istenir.

İnsentif Spirometre

İnsentif spirometre, hastayı görsel veya işitsel geri bildirim yolu ile istemli derin nefes almaya yönlendiren bir araçtır (Şekil-2). Uygulamadaki amaç, derin soluk alarak akciğerleri şişirmek, sekresyonları hareketlendirmek, öksürme refleksini uyarmak ve solunum kaslarını kuvvetlendirmektir. Fonksiyonel rezidüel kapasiteden başlanarak, ideal olarak total akciğer kapasitesine ulaşılan kadar yapılan, yavaş, uzun ve derin bir inspirasyonun ardından, 3-5 saniye süre ile nefes tutulmasından oluşur (Joshi & Mathur, 2002). Uygulama sırasında yardımcı solunum kaslarının kullanımından kaçınılmalı ve ekspirasyon, solunum egzersizlerinde olduğu gibi, pasif olmalıdır. Akut respiratuar alkaloz gelişiminin önlenmesi amacıyla manevralar arasında en az 30 saniye ile bir dakika hastanın dinlendirilmesi gerekir. İnsentif spirometre uygulamasının (hastanın uyanık olduğu) her saat başı en az 5-10 defa tekrarlanması önerilir (Winser vd., 2009).



Şekil-2. İnsentif Spirometre (Polymnia Press – Voldyne)

Yardımlı Öksürme Teknikleri

SKY'li bireylerde bozulmuş öksürük fonksiyonu, solunum yolu enfeksiyonu veya trakeostomi tüpünün varlığından kaynaklanan sekresyonların birikimine yol açar. Solunum kas zayıflığı olan böyle hastalarda sekresyonlarla başa çıkmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Brown vd., 2006). Yardımlı öksürme teknikleri bunlardan biridir ve burada amaç etkili öksürük gücü oluşturmaya yardımcı olmaktır. Başarılı bir öksürük elde etmek için hızlı ve güçlü bir ekspirasyonun ardından büyük bir inspiratuar çaba göstermek gerekir. Ekspiratuar kas zayıflığı olan hastalarda manuel yardımlı öksürme ve mekanik "insufflasyon-eksufflasyon" kullanılması gerekebilir.

Manuel Yardımlı Öksürme

Manuel yardımlı öksürme, zorlu ekspirasyon sırasında torakal kafese veya epigastrik bölgeye eksternal manuel basınç uygulanmasıdır. Ekspirasyon akımının hızı artırılarak sekresyonların trakeaya hareketinin sağlanması amaçlanır. Bu manevra, normal öksürüğü taklit etmeye çalışır, akciğerlerin en alt bölgelerindeki sekresyonları hareket ettirmeye yardımcı olur. Tekniği uygulayan fizyoterapist, elini hastanın göğüs kafesinin altına, ksifoid çıkıntı ile umblikus arasına koyar, hastanın

istemli ekspirasyonu veya öksürmesi ile yukarı ve içe doğru basınç uygular. Dışarıdan uygulanan bu sıkıştırma kuvveti, paralize olmuş internal interkostal ve abdominal kasların görevini görür. Etkinliğini artırmak için uygulamadan önce, sekresyonları inceltmek için nebulize edilmiş salin uygulanması önemlidir. Stabil olmayan omurga, internal abdominal komplikasyonlar, kaburga kırıkları ve vena kava filtresi olan olgularda uygulanması kontrendikedir (Brown vd., 2006).

Mekanik Yardımlı Öksürme (İnsufflasyon-Eksufflasyon)

Mekanik yardımlı öksürme "insufflasyon-eksufflasyon", pozitif basıncın ardından negatif basınç uygulanarak öksürüğün taklit edilmesi amacıyla geliştirilmiş bir cihazdır. SKY sonrası ekspiratuar kas zayıflığı gelişen hastalarda sekresyonların temizlenmesinde etkin bir yöntemdir. Bu işlem, mekanik bir cihaz (Cough-Assist) kullanılarak hava yoluna (insufflasyon) pozitif basınç uygulanarak, bu pozitif basıncın hemen ardından negatif basınca (eksufflasyon) dönüştürülmesiyle başlatılır (Şekil-3). Kısa sürede (<0.02s) bu ani basınç değişimi, akciğerde birikmiş olan sekresyonları dışarıya çekebilecek kadar güçlü bir hava akımı oluşturur. Her bir seans 6-8 döngüden (1 döngü genellikle 2 saniyelik insufflasyon ve 3 saniyelik eksufflasyondan oluşur), yaklaşık ± 40 cm H₂O basınçla gerçekleşir, 10 L/s'lik bir ekspiratuar akış oluşturur. Hastalarda hiperventilasyonu önlemek için 5-10 dakika dinlenme arası verilmelidir ve ± 30 cmH₂O'den düşük basınçlar sekresyonları çıkartmada etkisizdir (Gómez-Merino vd., 2002). 40-60 cmH₂O'luk basınçlardaki insufflasyonun hemen ardından -40 ile -60 cmH₂O'luk eksufflasyon basıncı en etkilidir ve en sık tercih edilir. Çoğu SKY'li hastada, üst solunum yolları veya geniş çaplı erişkin trakeostomi veya translarengeal tüpler yoluyla insufflasyon ve eksufflasyon için 35 ila 45 cm H₂O basınç kullanılmaktadır.



Şekil-3. Respirationics CoughAssist (CA-3000 Automatic)

Solunum Kas Eğitimi

SKY sonrası kişilerde solunum kaslarının fonksiyonlarında bozukluk ve solunum komplikasyonları gelişme riskinin artması solunum kas eğitimi endikasyonu olarak kabul edilmektedir (Liaw vd., 2000; Schilero vd., 2018). İspiratuar kas zayıflığı, solunum kaslarının kuvvet oluşturma kapasitesinde bozulma, inspiratuar kas yorgunluğu ise yüklemle ile kas aktivitesi sonrası kasların hız ve kuvvet oluşturma kapasitesinde kayıp olarak ifade edilir. Solunum kas eğitimi genellikle inspiratuar kas eğitimi olarak uygulanmakta ve SKY tarafından etkilenmeyen (veya kısmen etkilenmiş) solunum kaslarının dayanıklılığını ve direncini

artırmak için inspirasyon sırasında direncin kullanılmasını içerir. İspiratuar kas eğitimi amacıyla, inspirasyona direnç sağlayan yaylı valflere sahip, küçük, taşınabilen ve evde kolaylıkla uygulanabilen eşik yüklemeli aleti kullanılır (Örnek: Şekil 4). Kuvvetlendirme eğitimi kapalı glottise karşı maksimal inspiratuar eforun tekrarlı yapılmasını gerektirir. Maksimal inspiratuar akış hızını artırmak için inspiratuar eğitim, maksimal inspiratuar eforun tekrarlanmasıyla sağlanır. Hem MİP hem de maksimal inspiratuar akış hızı artırmak için inspiratuar kas eğitimi ise, ortadan şiddetliye basınç veya akış yüklemeli eksternal dirence karşı inhalasyon yapılmasını gerektirmektedir. Tipik bir inspiratuar kas eğitimi programı, hastanın günde 2-3 defa 15-30 dakika boyunca ek bir inspiratuar basınç üretmesini gerektirecek şekilde planlanmaktadır (Harvey, 2008). Uygulama sırasında aşırı basınçların solunum kas yorgunluğuna ve hiperkapniye neden olabilmemesine rağmen, uygulanacak optimal inspiratuar basınçlar henüz bilinmemektedir. Solunum kas eğitiminin, tetraplejik hastalarda eğitim süresi boyunca solunum kas kuvveti, fonksiyonu ve dayanıklılığını önemli ölçüde artırmaktadır (Tamplin & Berlowitz, 2014). Solunum kas eğitimine hasta spontan solunum sürelerini tolere edebildiğinde başlanmalıdır. Başlangıçta, direnç günde iki kez maksimum 1 dakika süreyle 7-10 cm H₂O'ya ayarlanmalıdır. İspiratuar kuvvet geliştikçe direnç, sıklık ve süre kademeli olarak artırılmalıdır (Galeiras Vazquez vd., 2013).



Şekil-4. İspiratuar kas eğitimi cihazı (Indiamart - Threshold IMT, Respisure Inc.)

Diyafram Pil Uygulamaları

Frenik sinir pil uygulaması

Frenik sinirin stimülasyonu ile boyun ve göğüs bölgesinden frenik sinirin doğrudan elektriksel stimülasyon yoluyla diyafram kasılmalarını tetiklenmesi hedeflenir (Glenn vd., 1984). Bu teknikte sağlam frenik sinirlere cerrahi olarak implante edilen elektrotlarla elektrik stimülasyonu verilir ve diyaframın kasılması sağlanır. Geleneksel bilateral frenik-sinir pil uygulaması ventilatör bağımlı tetraplejik hastaları mekanik ventilasyondan kurtarmaktadır. Mekanik ventilasyonla karşılaştırıldığında, frenik sinir pil uygulaması, hastaya daha iyi mobilite, daha iyi konfor düzeyi ve daha düşük sağlık maliyetleri sunar (Berlowitz vd., 2016). Frenik sinir pil uygulamasının majör komplikasyonları; keskin göğüs ağrısı, nefes darlığı, enfeksiyon ve toraks içi yaralanmalardır (Gay, 2013).

Diyafram Pil Stimülasyon Sistemi

Diyafram pil uygulaması son yıllarda daha yaygın hale gelmiştir çünkü tedavi maliyetlerini ve frenik sinir yaralanması riskini azaltmaktadır. SKY hastalarında kullanılan diyafram pil uygulaması, hastanın mekanik ventilasyon desteği olmadan aktif olarak nefes almasına yardımcı olur. Diyafram pil uygulamasında kullanılan motor haritalama yöntemiyle santral tendon bölgesinde çoklu denemelerle en aktif olan bölgelerin ve dolayısı ile ağırlıklı tip I liflerin olduğu alanların bulunarak elektrotların yerleştirilmesi ise homojen ve daha etkili bir kasılma sağlanır. Enfeksiyon, batin içi havanın toraks boşluğuna geçmesi, mide, karaciğer ve intestinal sistem yaralanması diyafram pil uygulamasında görülen en önemli komplikasyonlardır (Jarosz vd., 2012).

Sonuç ve Öneriler

Solunum komplikasyonları SKY'de majör morbidite ve mortalite nedenidir. Hastaların solunum fonksiyonları ilk 5 gün içinde hızla bozulabilir ve hasta 3-4 gün içinde entübasyona ihtiyaç duyabilir. Yoğun pulmoner rehabilitasyon yaralanmadan sonra, hastanın stabil olmasıyla birlikte başlamalıdır. SKY hastalarda, çeşitli fizyoterapi teknikleri ile sekresyonların giderilmesine, solunum egzersizleri ve noninvazif pozitif hava basıncı desteği ile ventilasyonun arttırılmasına yardımcı olunur. Solunum kas eğitimi ile hastaların inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvveti ve VC'lerinde gelişmeye katkıda bulunulur. Hem akut hem de kronik durumlarda postural drenaj ve öksürük tekniklerinin sekresyonların temizlenmesinde yetersiz olduğu görüldüğünde, mekanik insufflasyon-eksufflasyon ve aspirasyon dahil olmak üzere, sekresyonları temizlemek için çeşitli uygulamalardan destek alınmalıdır. Son yıllarda uygulanan diyafram pili uygulamaları ile hastaların mekanik ventilasyondan kurtarılması ve öksürüğün iyileştirilmesi umut vaat edici gelişmeler olarak ileri sürülmektedir (DiMarco vd., 2019; Kerwin vd., 2020).

Alana Katkı

Bu derlemede spinal kord yaralanmalı bireylerde görülen pulmoner komplikasyonlar ve pulmoner rehabilitasyon uygulamaları ele alınmıştır. Bu derlemenin alanda çalışan sağlık profesyonellerine yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/ayni yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Ball, P. A. (2001). Critical care of spinal cord injury. *Spine*, 26(24S), S27-S30.
- Baydur, A., Adkins, R. H., & Milic-Emili, J. (2001). Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *Journal of Applied Physiology*, 90(2), 405-411.
- Berly, M., & Shem, K. (2007). Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *The Journal of spinal cord medicine*, 30(4), 309-318.
- Berlowitz, D. J., Wadsworth, B., & Ross, J. (2016). Respiratory problems and management in people with spinal cord injury. *Breathe*, 12(4), 328-340.
- Bhaskar, K. R., Brown, R., O'sullivan, D. D., Melia, S., Duggan, M., Reid, L. (1991). Bronchial mucus hypersecretion in acute quadriplegia: macromolecular yields and glycoconjugate composition. *American Review of Respiratory Disease*, 143(3), 640-648.

- Brown, R., DiMarco, A. F., Hoit, J. D., & Garshick, E. (2006). Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respiratory care*, 51(8), 853-870.
- Claxton, A. R., Wong, D. T., Chung, F., & Fehlings, M. G. (1998). Predictors of hospital mortality and mechanical ventilation in patients with cervical spinal cord injury. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 45(2), 144-149.
- Craven, D. E. (2000). Epidemiology of ventilator-associated pneumonia. *Chest*, 117(4), 186-187.
- de Paleville, D. G. T., McKay, W. B., Folz, R. J., & Ovechkin, A. V. (2011). Respiratory motor control disrupted by spinal cord injury: mechanisms, evaluation, and restoration. *Translational stroke research*, 2(4), 463-473.
- Devivo, M. (2012). Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal cord*, 50(5), 365-372.
- DiMarco, A. F., Geertman, R. T., Tabbaa, K., & Kowalski, K. E. (2019). Complete Restoration of Respiratory Muscle Function in Three Subjects With Spinal Cord Injury: Pilot Interventional Clinical Trial. *Am J Phys Med Rehabil*, 98(1), 43-50.
- Ditunno, J., Little, J., Tessler, A., & Burns, A. (2004). Spinal shock revisited: a four-phase model. *Spinal cord*, 42(7), 383-395.
- Estenne, M., & De Troyer, A. (1987). Mechanism of the Postural Dependence of Vital Capacity in Tetraplegic Subjects. *American Review of Respiratory Disease*, 135(2), 367-371.
- Estenne, M., Pinet, C., & De Troyer, A. (2000). Abdominal muscle strength in patients with tetraplegia. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 161(3), 707-712.
- Galeiras Vazquez, R., Rascado Sedes, P., Mourelo Fariña, M., Montoto Marqués, A., & Ferreiro Velasco, M. E. (2013). Respiratory management in the patient with spinal cord injury. *BioMed Research International*, 2013. 168757. doi: 10.1155/2013/168757.
- Gay, P. C. (2013). Counterpoint: Should phrenic nerve stimulation be the treatment of choice for spinal cord injury? No. *Chest*, 143(5), 1203-1206.
- Glenn, W. W., Hogan, J. F., Loke, J. S., Ciesielski, T. E., Phelps, M. L., & Rowedder, R. (1984). Ventilatory support by pacing of the conditioned diaphragm in quadriplegia. *New England Journal of Medicine*, 310(18), 1150-1155.
- Gómez-Merino, E., Sancho, J., Marín, J., Servera, E., Blasco, M. L., Belda, F. J., Bach, J. R. (2002). Mechanical insufflation-exsufflation: pressure, volume, and flow relationships and the adequacy of the manufacturer's guidelines. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(8), 579-583.
- Harvey, L. (2008). Management of Spinal Cord Injuries E-Book: A Guide for Physiotherapists: Elsevier Health Sciences.
- Jackson, A. B., & Groomes, T. E. (1994). Incidence of respiratory complications following spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(3), 270-275.
- Jarosz, R., Littlepage, M., Creasey, G., & McKenna, S. (2012). Functional electrical stimulation in spinal cord injury respiratory care. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 18(4), 315-321.
- Joshi, M., & Mathur, N. (2002). Pulmonary functions and effect of incentive spirometry during acute and post acute period in tetraplegia. *IJPMR*, 13, 28-34.
- Kearon, M., Summers, E., Jones, N., Campbell, E., & Killian, K. (1991). Effort and dyspnoea during work of varying intensity and duration. *European Respiratory Journal*, 4(8), 917-925.
- Kerwin, A. J., Zuniga, Y. D., Yorkgitis, B. K., Mull, J., Hsu, A. T., Madbak, F. G., Crandall, M. L. (2020). Diaphragm pacing improves respiratory mechanics in acute cervical spinal cord injury. *J Trauma Acute Care Surg*. doi: 10.1097/ta.0000000000002809
- Kulnik, S. T., MacBean, V., Birring, S. S., Moxham, J., Rafferty, G. F., & Kalra, L. (2015). Accuracy of portable devices in measuring peak cough flow. *Physiol Meas*, 36(2), 243-257.
- Lemons, V. R., & Wagner, J. F. (1994). Respiratory complications after cervical spinal cord injury. *Spine*, 19(20), 2315-2320.
- Liaw, M.-Y., Lin, M.-C., Cheng, P.-T., Wong, M.-K. A., & Tang, F.-T. (2000). Resistive inspiratory muscle training: its effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(6), 752-756.
- Linn, W., Spungen, A., Gong Jr, H., Adkins, R., Bauman, A., & Waters, R. (2001). Forced vital capacity in two large outpatient populations with chronic spinal cord injury. *Spinal cord*, 39(5), 263-268.
- Manning, H. L., Shea, S. A., Schwartzstein, R. M., Lansing, R. W., Brown, R., & Banzett, R. B. (1992). Reduced tidal volume increases 'air hunger' at fixed PCO₂ in ventilated quadriplegics. *Respiration physiology*, 90(1), 19-30.
- Marsolais, E., Boninger, M., McCormick, P., Love, L., Mackelprang, R., Dalsey, W., Howard, M. (2005). Respiratory management following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *Journal Of Spinal Cord Medicine*, 28(3), 259-293.
- Mateus, S., Beraldo, P., & Horan, T. (2007). Maximal static mouth respiratory pressure in spinal cord injured patients: correlation with motor level. *Spinal cord*, 45(8), 569-575.
- Menter, R. R., Bach, J., Brown, D., Gutteridge, G., & Watt, J. (1997). A review of the respiratory management of a patient with high level tetraplegia. *Spinal cord*, 35, 805-808.
- Pryor, J. A., & Prasad, A. S. (2008). Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: adults and paediatrics: Elsevier Health Sciences.
- Raurich, J., Rialp, G., Llompert-Pou, J., Ayestarán, I., Pérez-Bárcena, J., & Ibáñez, J. (2014). Respiratory CO₂ response in acute cervical spinal cord injury (CO₂ response in spinal cord injury). *Spinal cord*, 52(1), 39-43.
- Roth, E. J., Lu, A., Primack, S., Oken, J., Nussbaum, S., Berkowitz, M., & Powley, S. (1997). Ventilatory function in cervical and high thoracic spinal cord injury: Relationship to Level of Injury and Tone1. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 76(4), 262-267.
- Roussos, C., & Koutsoukou, A. (2003). Respiratory failure. *Eur Respir J*, 22(47), 3s-14s.
- Schilero, G. J., Bauman, W. A., & Radulovic, M. (2018). Traumatic spinal cord injury: pulmonary physiologic principles and management. *Clinics in chest medicine*, 39(2), 411-425.
- Schilero, G. J., Spungen, A. M., Bauman, W. A., Radulovic, M., & Lesser, M. (2009). Pulmonary function and spinal cord injury. *Respiratory physiology & neurobiology*, 166(3), 129-141.
- Slack, R. S., & Shucart, W. (1994). Respiratory dysfunction associated with traumatic injury to the central nervous system. *Clinics in chest medicine*, 15(4), 739-749.
- Slonimski, M., & Aguilera, E. J. (2001). Atelectasis and mucus plugging in spinal cord injury: case report and therapeutic approaches. *The journal of spinal cord medicine*, 24(4), 284-288.
- Tamplin, J., & Berlowitz, D. J. (2014). A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia. *Spinal cord*, 52(3), 175-180.
- Walker, J., & Fernandes, T. (2009). Spinal cord injuries: acute care management and rehabilitation. *Nursing Standard (through 2013)*, 23(42), 47-56.
- Wallbom, A., Naran, B., & Thomas, E. (2004). Acute ventilator management and weaning in individuals with high tetraplegia. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 10(3), 1-7.
- Winsler, S. J., George, J., Stanley, P., & Tharion, G. (2009). A comparison study of two breathing exercise techniques in tetraplegics. *Health*, 1(02), 88-92.
- Winslow, C., Bode, R. K., Felton, D., Chen, D., & Meyer Jr, P. R. (2002). Impact of respiratory complications on length of stay and hospital costs in acute cervical spine injury. *Chest*, 121(5), 1548-1554.
- Winslow, C., & Rozovsky, J. (2003). Effect of spinal cord injury on the respiratory system. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 82(10), 803-814.