

Akciğer Hastalıklarında Elektroterapi Uygulamaları

Electrotherapy in Lung Diseases

Fulya Senem KARAAHMETOĞLU¹, Esra PEHLİVAN²

ÖZ

Akciğer hastalıkları; küresel boyutta yüke sebep olan, yaşam kalitesini düşüren ve mortalite ciddi oranda katkıda bulunan hastalık gruplarındandır. Akciğer hastalıkları; KOAH, bronşektazi, akciğer kanseri, astım ve interstisyel akciğer hastalıkları dahil geniş bir grubu temsil etmektedir. Her bir hastalığın kendi oluş mekanizmasına dair tedavi yöntemleri geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Akciğer hastalıklarında, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları arasında elektroterapi uygulamaları kısmen az uygulanmakla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarla elektroterapi uygulamalarının bu hasta gruplarında kas kuvvet artışının ve ağrı kontrolünün sağlanması, doku iyileşmesinin hızlandırılması, egzersiz kapasitesinin artırılması gibi ilave faydalar sağlayacağı vurgulanmaktadır. Çalışmamız, akciğer hastalıklarında uygulanan elektroterapi uygulamalarına ve bu uygulamaların etkinliği ile ilgili literatüre ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akciğer hastalıkları, elektroterapi, elektrik stimülasyonu

ABSTRACT

Lung diseases; It is one of the disease groups that cause a global burden, reduce the quality of life and contribute significantly to mortality. Lung diseases; COPD represents a broad group, including bronchiectasis, lung cancer, asthma and interstitial lung diseases. Treatment methods for each disease's own mechanism of occurrence have been developed and are being developed. Although electrotherapy applications are partially applied in lung diseases among physiotherapy and rehabilitation applications, it has been emphasized that electrotherapy applications will provide additional benefits such as muscle strength increase and pain control, acceleration of tissue healing, and increase in exercise capacity in these patient groups. Our study sheds light on the electrotherapy applications applied in lung diseases and the literature on the effectiveness of these applications.

Keywords: Electrotherapy, electrical stimulation, pulmonary disease

Geliş Tarihi/Recieved: 25.03.22 **Kabul Tarihi/Accepted:** 14.06.2022 **Çevrimiçi Yayın Tarihi/Avaiable Online Date:**29.02.24
DOI: 10.57224/jhpr.1093572.

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilimdalı, email: esra.pehliivan@sbu.edu.tr , ORCID: 0000-0002-4397-9322

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilimdalı, email: fulyakaraahmet@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1791-5392.

Sorumlu yazar/Correspondence: Esra Pehlivan

Cite this article as: Karaahmetoğlu, S., & Pehlivan, E. (2024). Electrotherapy in Lung Diseases. J Health Pro Res 2024;6(1):44-53.

Giriş

Küresel yükü oldukça fazla olan akciğer hastalıkları, her yıl yaklaşık 7,5 milyon ölüme sebep olmakla birlikte, dünya çapındaki ölümlerin yaklaşık %14'üne karşılık gelmektedir. Başlıca akciğer hastalıkları; kronik obstrüktif akciğer hastalığı, bronşektazi, akut solunum yolu enfeksiyonları, akciğer kanseri, astım, sarkoidoz

ve interstisyel akciğer fibrozundan oluşmaktadır. Genetik ve çevresel etmenlere maruziyet sonucu gelişen bu hastalıklarda klinik semptomlar genellikle nefes darlığı, öksürük, balgam, yorgunluk, hırıltılı solunum, siyanoz, atrofi ve ödem gelişimidir. Tüm bu semptomların artması ve hastalığın ilerlemesiyle; kas güçsüzlüğü, günlük yaşam aktivitelerinde azalma, egzersiz

kapasitesinde düşme, psikososyal problemler ve yaşam kalitesinde bozulmalar görülür (1). Bu derlemede akciğer hastalıklarında elektroterapi uygulamalarının etkinliği ile literatürde yapılan çalışmalar ve sonuçları tartışılacaktır.

Elektroterapi Uygulamaları

Elektroterapi, elektrik akımı ile çeşitli uyarımlar sağlayarak tıbbi tedavi sürecinin desteklenmesine dayalı bir yöntemdir. Çok çeşitli elektrik stimülasyon yöntemleri mevcuttur ve her birinin mekanizması ve vücuda etkileri birbirinden farklıdır. Son yıllarda, yenilikçi cihaz ve yöntemlerin artışıyla farklı hasta gruplarında da kullanımı ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (2). Elektroterapi uygulamalarının klinikte genel olarak kullanım amaçları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1: Elektroterapinin genel kullanım amaçları

- Kas kuvvetinde artışı sağlamak,
- Motor kontrol için kas eğitimini sağlamak,
- Ağrı kontrolünü sağlamak,
- Kan dolaşımını desteklemek,
- Ödemin azaltılmasına yardımcı olmak,
- Doku iyileşmesinin hızlandırılmasını sağlamaktır.

Motor sinirlerin eksitasyonunu sağlamak için Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu (NMES), kas liflerinin stimülasyonunu sağlamak için elektriksel kas stimülasyonu uygulamaları, duyu sinirlerinin eksitasyonunu sağlamak için Transkütan Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS) uygulamaları, motor sinirlerin eksitasyonu ile oluşan kontraksiyonun bir fonksiyon dahilinde kullanımını sağlamak için de Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES) uygulaması kullanılmaktadır (3).

Elektroterapi yöntemi seçilirken; aktive etmek istediğimiz mekanizma, uyarım yapılacak hedef doku ve elektrostimülasyon yönteminin hastaya uygulanacak özelliklerinin doğru belirlenmesi şarttır. Faz durasyonu, frekans, on/off süresi, tedavi süresi, haftalık seans sayısı ve elektrot yerleşimi tedavinin etkinliğinde önemli rol oynamaktadır (3).

Literatürde; elektroterapi modalitelerinin çok çeşitli hastalık gruplarında farklı amaçlarla kullanıldığı görülmektedir. Parkinson, multiple skleroz, inme gibi nörolojik hastalıklar,

fibromiyalji, kronik bel ağrısı, temporamandibular eklem rahatsızlıkları, spinal kord yaralanmaları, migren, dismenore, travmatik yaralanmalar, kırıklar, osteoartrit ve nöropatik ağrılar gibi geniş bir yelpazede; ağrı kontrolü, doku iyileşmesinin hızlandırılması, kas re-edükasyonunun sağlanması, kan dolaşımının desteklenmesi ve fonksiyonelliğin artırılması amaçlarına yönelik kullanılmaktadır (4).

KOAH’ta Elektroterapi Uygulamaları

Zararlı partikül veya gazlara ciddi maruziyetle birlikte anormal akciğer gelişimini de içeren, hava yolu ve/ veya alveoler bozulmalara bağlı kalıcı hava akımı kısıtlanması ve solunumsal semptomlar ile karakterize, konakçı faktörlerin de rol aldığı yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir kompleks bir hastalıktır (5). Dispne, kronik öksürük, kronik balgam, tekrarlayan enfeksiyonlar ve yorgunluk semptomlarıyla karakterizedir. Kaşeksi, kas güçsüzlüğü, atrofi, osteoporoz ve depresyon hastalığa eşlik edebilir. Ayrıca egzersiz kapasitesindeki düşüş, günlük yaşam aktivitelerindeki kısıtlanmalar yaşam kalitesini olumsuz etkiler (6).

Literatürde; aktif egzersiz yapamayan, kas kuvvet kaybı olan veya yatağa bağımlı KOAH’lı hastalarda, ilgili kas gruplarına ventilatuar ve kardiyak yük arttırılmadan elektroterapi uygulamasının yapılabileceği bildirilmektedir (7). Maddocks ve ark. çalışmasının sonuçlarına göre; 6 haftalık bir NMES programının kuadriseps kasının kütesini ve fonksiyonunu geliştirdiği, ayrıca şiddetli KOAH’lı hastalarda fonksiyonel egzersiz kapasitesini de arttırdığı bulunmuştur (7). Orta-şiddetli KOAH hastalarında NMES’in etkinliğini inceleyen bir meta-analizin sonucunda; NMES uygulamasının kuadriseps kas kuvvetini ve egzersiz kapasitesini arttırmada etkili bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (8). KOAH hastalarında NMES uygulamasının egzersiz kapasitesi ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini inceleyen bir başka meta-analizin sonucuna göre ise; NMES’in KOAH’lı bireylerde egzersiz kapasitesini iyileştirebildiği ve egzersiz sırasında algılanan dispne hissini azalttığı bulunmuştur (9). Bu sonuçlar, kapsamlı pulmoner rehabilitasyon programlarına katılmayan veya katılmak istemeyenlerin hastalık yönetimi sürecinde NMES uygulamasının etkin bir şekilde kullanılabileceğini desteklemektedir. Ancak pulmoner

rehabilitasyonun bir parçası olan eğitim ve davranış değişikliği müdahalelerinin de eklenmesiyle NMES uygulamasından alınan verimin artırılabilceği ve genel sağlık durumu üzerindeki etkisinin daha uzun soluklu olabileceği sonucuna varılmıştır (7).

KOAH hastalarında elektroterapi uygulamalarının çeşitli biyokimyasal parametrelerle ilişkisi incelendiğinde; KOAH hastalarında kuadriseps kasına uygulanan fonksiyonel elektrik stimölasyonunun (FES) uygulamasının kas yorgunluğu ve dispneyi değiştirmezken, laktat seviyesini ve fizyolojik yanıtları arttırdığı bulunmuştur (10). Fareler üzerinde yapılmış bir çalışma, NMES eğitiminin, KOAH hastalarında gelişen iskelet kası atrofisinde sitokinleri ve makrofajları etkilediğini ortaya koymaktadır (11). Yapılan bir çalışmada ise kas grubu III-IV duyuşal afferentlerini bloke etmeyi amaçlayarak uygulanan lomber TENS uygulaması ile, KOAH'lı hastalarda dayanıklılık egzersiz kapasitesindeki değişim incelenmiş ve kapasiteyi iyileştirmedeği bulunmuştur (12). KOAH hastalarında NMES ile direnç egzersiz eğitiminin mRNA açasından incelediği bir çalışmada, direnç egzersizlerinin mRNA ekspresyonlarında NMES uygulamasına göre daha fazla etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan klinikte direnç egzersizi uygulamanın mümkün olmadığı veya tercih edilmediği takdirde, NMES uygulamasının kas gücü ve kütlesi üzerinde gen ekspresyonu değişikliklerine sebep olabileceği ve kas fonksiyonunu olumlu yönde geliştirebileceği ifade edilmiştir (13).

KOAH hastalarında elektroterapi uygulamalarının yürüme ve denge ile ilişkisine bakıldığında; pulmoner rehabilitasyona eklenen NMES uygulamasının yürüme toleransı ve yürüme dengesi üzerindeki etkinliğine bakılmış ve NMES uygulamasının eklenmesiyle yürüme dengesi ve tolerasyonunun daha fazla artacağı bulunmuştur (14). TENS uygulamasının türlerinden biri olan Acu-TENS uygulamasının, KOAH'lı kişilerde yürüme sırasındaki dispneyi azalttığı, ancak yürüme süresini artırmadığı bulunmuştur (15). Akupunktur noktalarına uygulanan TENS uygulaması ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise; KOAH'lı hastalarda akupunktur noktalarının uyarımının akciğer fonksiyonunu, klinik semptomları, egzersiz

toleransını iyileştirebildiği ve ayrıca akut alevlenme risklerini azaltabileceği bulunmuştur (16).

Yapılan başka bir çalışmada ise; dayanıklılık ve direnç egzersiz programına NMES eklenmesiyle oluşturulan kombine programın KOAH'lı hastalarda statik ve dinamik dengeyi geliştirdiği, dolayısıyla düşme riskini de azalttığı bulunmuştur. Yine bu çalışmanın sonuçları arasında dispne ve yorgunlukta azalma da gözlenmiştir (17).

Bir Cochrane derlemesine göre, NMES'in KOAH hastalığında gelişen kas zayıflığı için etkili bir tedavi olabileceği ancak kanıt düzeyi yüksek daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Hastaların tedavi sürecindeki isteksizliği veya başka tedavi yöntemlerini uygulayamayacak klinik durumlar var olduğunda, kanıtlar kas zayıflığını yönetmede bir araç olarak NMES'i önermektedir (18). KOAH'lı yetişkinlerde NMES uygulaması ile ilgili yayınlanmış Cochrane incelemesinde ise yalnızca NMES uygulamasının kuadriseps kas kuvveti ve dayanıklılığını, 6 dakika yürüme mesafesini, submaksimal yoğunlukta yapılan egzersize bağlı gelişen semptom açağı çıkma süresini arttırdığı ve ayrıca bacak yorgunluk şiddetini azalttığı bildirilmektedir. Ancak NMES uygulamasına kombine konvansiyonel egzersiz eğitimi ile kuadriseps kas kuvvetinde ek kazanç elde edilmediği bildirilmiştir. Derlemede durumu ağırlaşmış olgularda programa NMES'in dahil edilmesinin önemi vurgulanmaktadır (19).

Elektriksel uyarının yoğunluğu kas kasılmasının gücünü belirler. Elektrik stimölasyonu ile uyarılan kas kasılmasının dispneye yol açmadığı bilinmektedir, bu nedenle akut hastalık alevlenmeleri veya solunum yetmezliği ile hastaneye yatırılanlar dahil şiddetli solunum ve/veya kardiyak sınırlaması olan dekompanse bireyler için elektroterapi uygulamaları klinikte kullanılabilir (7).

KOAH Olgularında Farklı Klinik Durumlarda Elektroterapi Uygulamaları

KOAH hastalarında; semptomların mevcut durumu, hava obstrüksiyonunun şiddeti, alevlenme riski ve komorbiditelerin varlığı değerlendirilerek hastaların klinik durumlarına uygun birbirinden farklı tedavi yöntemleri ve

müdahaleler geliştirilir (6). Farklı klinik durumlara yönelik tedavi yöntemleri çok çeşitlidir ve fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarında sıklıkla kullandığımız elektroterapi uygulamaları da farklılık gösterir. Aşağıda KOAH hasta grubunun alevlenme dönemi, yoğun bakım evresi ve ev temelli elektroterapi uygulamalarına değinilmiştir.

Akut Alevlenme Döneminde KOAH'lı Hastalarda Elektroterapi Uygulamaları

Ülkemizde yapılan bir çalışmada; TENS uygulamasının, akut alevlenme gelişen KOAH hastalarında 1 saniyede zorlu ekspiratuar hacim ve egzersiz kapasitesi üzerine yararlı etkileri olduğu bulunmuştur (20). Yalnız NMES uygulaması içeren pulmoner rehabilitasyon alan yatan hastalarda, program devam ederken gelişen hafif ila orta şiddetli akut alevlenmelerin; NMES uyumunu, yoğunluğunu ve NMES'in klinik sonuçlarını değıştirmedeği, alevlenme ile ilişkili alt ekstremite kas disfonksiyonunun gelişmesini önlediği bulunmuştur (21). Yine 2021 yılında hastanede yatan KOAH'lı ve akut alevlenmeli hastalarda günde iki kez FES uygulamasının etkinliğini inceleyen bir çalışmada; dispne, yorgunluk ve kuadriiceps kas gücünde iyileşmeler bildirilirken, alt ekstremite fonksiyonunda anlamlı değışiklikler gözlenmediği için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır denmiştir (22).

Yoğun Bakım Evresinde KOAH'lı Hastalarda Elektroterapi Uygulamaları

Mekanik ventilasyona bağımlı KOAH hastalarında; TENS uygulamasının yoğun bakım ünitesinden kaynaklı gelişebilecek zayıflığın insidansını azaltabileceği ve hastaların kas gücünü arttırabileceği bulunmuştur (23). Akar ve arkadaşları tarafından yapılan, KOAH alevlenme dönemine bağılı solunum yetmezliği olan ve mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda aktif egzersiz ile birlikte uygulanan NMES ve tek başına NMES uygulamalarının, hastaların özellikle alt ekstremite kas kuvvetlerinde iyileşmeye olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (24). Bu çalışmaları destekler nitelikte yayınlanan bir vaka raporuna göre; ileri düzeyde KOAH'ı ve kronik solunum yetmezliği olan kaşektik bir hastanın; NMES, noninvaziv ventilasyon ve anabolik steroidler dahil olmak üzere kapsamlı ve kişiselleştirilmiş bir pulmoner rehabilitasyon programıyla fayda görebileceği vurgulanmıştır

(25). Ancak 2021 yılında yayınlanan bir derlemeye göre ise; NMES veya FES'in, invaziv mekanik ventilasyon süresini azalttığı bilinmesine rağmen KOAH hasta grubunda etkinliği ile ilgili kanıtlar yetersizdir denmiştir (26).

Ev Temelli Elektroterapi Uygulamaları

İlerlemiş kronik solunum hastalarında dispne ile baş etme stratejilerinden biri de NMES'dir (27). Yapılmış bir çalışma ile KOAH'lı hastalarda elektroterapi uygulamalarının ev programı şeklinde uygulandığı bir çalışmada olumlu sonuçlar alınmıştır. Portatif, hafif ve taşınabilir elektroterapi cihazlarının evde mekanik ventilasyona ihtiyaç duyan, evden kliniğe transferi zor olan ve geleneksel pulmoner rehabilitasyon programına erişimi mümkün olmayan bireylerin tedavisinde kolaylık sağlayabileceği bildirilmiştir (28). Otuz altı şiddetli KOAH tanılı hastayı içeren bir randomize kontrollü çalışmaya göre; kontrollü solunum eğitimi, aerobik egzersiz ve dirençli bantlarla istemli kas kasılmasına ek olarak NMES'i içeren ev tabanlı bir pulmoner rehabilitasyon programının, kardiyorespiratuar performansı ve işlevselliği önemli ölçüde iyileştirdiği bulunmuştur (29). Ancak literatürde pulmoner rehabilitasyona ek olarak ev tabanlı NMES uygulamasının, şiddetli ve çok şiddetli KOAH'lı hastalarda iyileşmeye bir katkısının olmadığı hatta bazı hastalar için bir yük olabileceğini bildiren çalışma da mevcuttur (30).

KOAH Dışı Akciğer Hastalıklarında Elektroterapi Uygulamaları

KOAH dışı akciğer hastalıklarından; astım, akciğer kanseri, kistik fibrozis, pulmoner arteriyel tansiyon, akut respiratuar distress sendromu ve idiyopatik interstisyel pnömoni gibi farklı hastalıklarda elektroterapi yöntemleri uygulanmaktadır.

Astım'da Elektroterapi Uygulamaları

Astım; çocukluk çağı ve yetişkinliği kapsayan, hava akımı değışkenliği ve obstrüksiyonu, bronşların aşırı duyarlılığı ve inflamasyon ile karakterize, çeşitli fenotiplere sahip kronik bir hastalıktır. Hırıltılı solunum (wheezing), nefes darlığı, öksürük, göğüste sıkışma ve baskı hissi en temel klinik bulgularıdır. Astım alevlenmesi sonucu gelişen solunum yetmezliği; siyanoz, taşikardi, hiperinflasyon, yardımcı solunum kas kullanımı, paradoksal solunum, egzersiz

kapasitesinde azalma ve yařam kalitesinde dūřuře neden olur (31). Yařlı astımlı bireylerde NMES uygulaması ile alakalı yapılan bir çalıřmada NMES uygulamasının kas gūcūnū ve egzersiz kapasitesini artırabileceđi ifade edilmiřtir. NMES uygulaması ile; daha yūksək elektrik stimūlasyon yođunluđuyla geliřtirilen tolerasyonun ve kas gūcūndeki artıřların yūrūme mesafesindeki iyileřmeyi etkilediđi bildirilmiřtir (32). Astımlı adolesanlarda akupunktur noktaları ūzerinden TENS uygulamasının total serum immūnoglobulin E, solunum fonksiyonu ve yařam kalitesi ūzerindeki etkinliđini inceleyen bir çalıřmanın sonucuna gōre ise; astımlı adolesanlarda Acu-TENS uygulamasının solunum eđitimi ile kombine tedavisinde, solunum fonksiyonları ve yařam kalitesinde iyileřmeler sađladıđı ve immūnoglobulin seviyesinde azalma ile iliřkili olduđu bulunmuřtur (33).

Gōđū Cerrahisi Sonrası Elektroterapi Uygulamaları

Akciđer kanseri, klinik ōnemi olan çeřitli birkaç histolojik ve molekūler alt tipten oluřan, mortalitesi yūksək heterojen ve kompleks bir hastalıktır (34). Perioperatif dōnemde kūuk hūcreli olmayan akciđer kanserli hastalara uygulanan Acu-TENS'in immūnolojik fonksiyonları ūzerindeki etkisi incelenmiřtir. Çalıřma verilerine gōre bu uygulamanın; hemodinamik stabilitiyi korumaya yardımcı olduđu, stres yanıtını azalttıđı, operasyonlar arası propofol ve remifentanil tūketimini azalttıđı, ayrıca hastanede kalıř sūresini kısaltmaya yardımcı olabileceđi vurgulanmıřtır (35).

Pulmoner cerrahi sonrası postoperatif ağrıda TENS'in analjezik etkinliğini ve gūvenliđini belirlemek amacıyla toplam 10 çalışmanın dahil edildiği bir meta-analizde, TENS uygulamasının, pulmoner cerrahi sonrası ağrıyı azaltmak için multimodal analjezide etkili bir tamamlayıcı analjezik rejim olarak kullanılabileceği rapor edilmektedir (36). Torakoskopik pulmoner rezeksiyon yapılan akciğer kanserli hastalarda TENS'in etkinliğini belirlemeyi amaçlayan başka bir çalışmada, sedasyon ve postoperatif analjezi için TENS uygulamasının uygun bir yaklaşım olabileceği bildirilmektedir (37). Benzer biçimde torakotami sonrası 50 hasta ūzerinde yapılan bir çalışma ile, TENS uygulamasının, torakotomi sonrası sitokin

ūretimini ve analjezik kullanımını azalttıđı, pulmoner ventilasyon fonksiyonu ūzerinde olumlu etkilere sebep olduđu ve ayrıca ađrıyı hafifletmede kullanılabilir bir yōntem olduđu belirtilmiřtir (38). Ūlkemizde yapılan posterolateral torakotomi uygulanan hastalarda TENS'in postoperatif ađrı ve analjezik tūketimine iliřkin etkisini inceleyen çalıřmaya gōre; posterolateral torakotomi sonrası TENS uygulaması ađrı ve analjezik tūketimini azaltır, gūvenilir bir analjezik olarak ōnerilebilir (39). Ve yine posterolateral torakotomi uygulanan hastalarla ilgili TENS uygulamasının post-op komplikasyonlar ūzerine etkisinin incelendiđi çalıřmanın sonunda; TENS'in torakotomi sonrası akut ađrı kontrolūnde gūvenli ve etkili bir seçenek olduđu ancak hastanede kalıř sūresini ve erken geliřen komplikasyonları etkilemediđi bulunmuřtur (40). Pulmoner rezeksiyon için aksiller torakotomi uygulanan hastalarda ise TENS kullanımının; omuz fleksiyonundan kaynaklanan ađrıyı azaltmada ve ipsilateral omuz mobilitesini iyileřtirmede etkili olduđu bulunmuřtur (41).

Kistik Fibrozis'te Elektroterapi Uygulamaları

Kistik fibrozis, CFTR genindeki patolojik varyantların neden olduđu ve birçok epitel dokusunda klorūr ve bikarbonat tařınımının deđiřimine neden olan otozomal resesif, multisistem bir hastalıktır. Hastalık ōncelikle ūst ve alt solunum yollarını, pankreası, gastrointestinal sistemi (bađırsak ve hepatobiliyer sistem), ekzokrin ter bezlerini etkiler. Klinik olarak; kronik endobronřiyal enfeksiyon, ilerleyici hava yolu obstrūksiyonu ve ekzokrin pankreas disfonksiyonu ile sonuçlanan, yađ ve yađda ōzūnen vitamin malabsorpsiyonuyla birlikte bozulmuř hava yolu fonksiyonu ile karakterizedir. Nefes darlıđı, kronik ōksūrūk, balgam, tekrarlayan akciđer enfeksiyonları, angina ve hemoptizi gibi klinik bulgularla seyreder (42).

Kistik fibrozisli ve řiddetli pulmoner obstrūksiyonu olan bireylere dayanıklılık antrenmanından ōnce uygulanan NMES'in etkisi inceleyen bir çalıřma yapılmıřtır. Sonuç olarak dayanıklılık antrenmanından ōnce uygulanan NMES'in, periferik kasları gūcūlendirebileceđi, yařam kalitesinde iyileřmeler sađlayabileceđi, egzersiz sırasında ventilasyon gereksinimlerinde belirgin azalma sađlayabileceđi ve řiddetli pulmoner obstrūksiyonu olan kistik fibrozisli

hastalarda insülin direncini geciktirebileceği bulunmuştur (43). Bir meta-analizin sonucuna göre, kistik fibrozisli bireylerde kombine aerobik ve direnç eğitimi bacak kas gücünü artırır. Ancak tek başına aerobik antrenman veya NMES kullanımı da bacak kuvvetini arttırmasına rağmen daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır denmiştir (44).

Pulmoner Hipertansiyonda Elektroterapi Uygulamaları

Pulmoner hipertansiyon, sağ kalp kateterizasyonu ile tespit edilen, istirahatte ortalama pulmoner arter basıncının (oPAB) ≥ 25 mmHg olması şeklinde tanımlanmaktadır. Hastalığın başlangıcında klinik semptomlar; nefes darlığı, halsizlik, yorgunluk, angina, senkop, kuru öksürük ve egzersizle ortaya çıkan mide bulantısı iken hastalık ilerledikçe hemoptizi, ses kısıklığı, hırıltı, karında şişlik ve ayak bileğinde ödem tablosu gelişir (45). Ülkemizde yapılan, pulmoner arteryal hipertansiyonlu hastalarda NMES'in kas kuvveti ve diğer fiziksel ve psikososyal parametreler üzerindeki etkilerini araştıran çalışmanın sonucuna göre; kas gücü, egzersiz kapasitesi, denge ve yaşam kalitesindeki iyileşmeler kontrol grubuna nazaran TENS uygulanan grupta artış göstermiştir. TENS uygulamasının, pulmoner arteryal hipertansiyonlu hastalarda güvenli ve etkili olduğu sonucuna varılmıştır (46). Sol kalp hastalığına bağlı pulmoner hipertansiyonda egzersiz eğitimi ile ilgili bir derlemeye göre; hastalığı ilerlemiş olgularda NMES uygulamasının faydalı olabileceği ve kapsamlı bir rehabilitasyon programının önemli bileşenlerinden biri olabileceği bildirilmiştir (47).

Akut Respiratuar Distress Sendrom (ARDS)'de Elektroterapi Uygulamaları

Berlin ARDS tanımına göre; ARDS, havalı akciğer dokusunun kaybı ve artmış pulmoner vasküler permeabiliteye neden olan inflamasyon ile karakterize olan akut ilerleyici akciğer hasarının bir tipi olan hastalıktır (48). Ayrıca fiziksel fonksiyonda bozulma ile ilişkili kas güçsüzlüğü geliştirebilir. Bu nedenle kas güçsüzlüğü ve eklem kontraktürleri gibi komplikasyonları önlemek, mekanik ventilasyona bağımlılığı azaltmak ve yaşam kalitesini iyileştirmek için erken rehabilitasyon bu hastalara önerilir (49). COVID-19'a sekonder akut solunum sıkıntısı sendromu olan hastalarda yoğun bakım

ünitesinde erken rehabilitasyon programının etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada; standart yoğun bakım uygulamalarına nazaran standart yoğun bakım uygulamalarına ek olarak uygulanan aktif-pasif eklem hareket açıklığı egzersizleri ve NMES uygulamasının kas gücünü iyileştirmede belirgin bir fark oluşturmadığı bulunmuştur (50).

İdiyopatik İnterstisyel Pnömoni'de Elektroterapi Uygulamaları

İdiyopatik interstisyel pnömoni; sıklıkla sadece interstisyumu değil, aynı zamanda hava boşluklarını, periferik hava yollarını ve ilgili epitel ve endotel hücreleriyle birlikte damarları da etkileyen, değişen inflamasyon ve fibrozis paternleri ile akciğer parankiminin hasar görmesinden kaynaklanan, neoplastik olmayan bozuklukların heterojen bir kompleksidir (51). Klinik tablo olarak; ileri seviye progresif dispne, öksürük, pulmoner fonksiyonlarda bozulma, tekrarlayan enfeksiyonlarla seyreder. Egzersiz kapasitesinde düşüş, günlük yaşam aktivitelerine katılımda azalma ve dolayısıyla yaşam kalitesinde bozulmalar görölmektedir (52). Pnömonili yaşlı hastalarda fiziksel ve fonksiyonel performansı iyileştirmek için; kuadrisepsin orta noktasına yerleştirilen elektrotlarla izometrik ve dirençli egzersizlere eş zamanlı uygulanan 30 dakikalık NMES uygulaması ile yalnızca kontrollü solunum teknikleri içeren standart rehabilitasyonun etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmanın sonucuna göre; hastanede yatış sırasında entegre bir fizyoterapi ve elektroterapi uygulamasının pnömonili hastalarda fiziksel ve fonksiyonel performansı iyileştirdiği bulunmuştur (53).

İdiyopatik pulmoner fibrozis, çoğunlukla ileri yaşlarda görülen, sebebi tam olarak bilinmemekle birlikte akciğerlerde kalıcı hasara sebep olan ve alveoler interstisyumun ilerleyici fibrozisi ile karakterize, kronik, progresif seyirli bir hastalıktır (54). İdiyopatik pulmoner fibrozisli hastalarda elektrik stimülasyonunun etkinliğini inceleyen çalışmada 6 hafta boyunca bilateral kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu uygulanmıştır. Niteliksel bulgular olarak ise; aktif olarak uygulanan NMES'in uygun bir yaklaşım olabileceği ancak plasebo NMES uygulamasının güvenilirliği konusunda endişeler olduğu bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar katılımcı sayısının azlığı ile daha fazla çalışmaya ve daha

büyük örneklem gruplu çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (55).

Sonuç

Akciğer hastalıklarında çeşitli elektroterapi uygulamalarıyla birlikte; ağrının azaltılması, kan dolaşımının ve doku iyileşmesinin geliştirilmesi, kas gücü ve egzersiz kapasitesinde artış, denge ve yaşam kalitesinde gelişmenin sağlanması, dispne ve yorgunluk gibi semptomlarda iyileşmeler sağlanabilir. Bu nedenle elektroterapi uygulamalarının akciğer hastalıklarında tedavi modalitesi olarak programlara eklenmesine ihtiyaç vardır. NMES ve TENS uygulamaları akciğer hastalıklarında en sık kullanılan elektroterapi modaliteleridir. KOAH, idiyopatik pulmoner fibrozis, kistik fibrozis, ARDS gibi ağrıdan ziyade şikayetlerin kas güçsüzlüğü, atrofi gelişimi ve doku harabiyeti olduğu durumlarda çoğunlukla NMES uygulamaları, göğüs cerrahileri sonrası ağrının azaltılması için ise daha çok TENS uygulamaları kullanılmaktadır. Derlememizin, solunum hastalarında elektroterapi uygulamaları ile ilgili genel bir bilgi verebileceği ve literatüre katkıda bulunabileceği kanaatindeyiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Onayı

Bu makale, insan veya hayvanlar üzerinde herhangi bir çalışma içermemektedir.

Finansman

Bu araştırma, kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerdeki finansman kuruluşlarından herhangi bir finansal destek almamıştır.

Kaynaklar

1. Glass RI, Rosenthal JP. International approach to environmental and lung health a perspective from the fogarty international center. *Ann Am Thorac Soc.* 2018;15(2):S109-S113.
2. Tiktinsky R, Chen L, Narayan P. Electrotherapy: Yesterday, today and tomorrow. *Haemophilia.* 2010;16(5):126-31.
3. Yakut E. Kanıta Dayalı Elektroterapi. 1st ed. Yakut E, Dalkılıç M, Kaya D, editors.

Kanıta Dayalı Elektroterapi. Ankara: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.

4. Johnson MI, Paley CA, Jones G, Mulvey MR, Wittkopf PG. Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain in adults: A systematic review and meta-analysis of 381 studies (the meta-TENS study). *BMJ Open.* 2022;12(2):e051073.
5. Halpin DMG, Criner GJ, Papi A, Singh D, Anzueto A, Martinez FJ, et al. Global Initiative for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease. The 2020 GOLD Science Committee Report on COVID-19 and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2021;203(1):24-36.
6. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(4):347-65.
7. Maddocks M, Nolan CM, Man WDC, Polkey MI, Hart N, Gao W, et al. Neuromuscular electrical stimulation to improve exercise capacity in patients with severe COPD: A randomised double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet Respir Med.* 2016;4(1):27-36.
8. Chen RC, Li XY, Guan LL, Guo BP, Wu WL, Zhou ZQ, et al. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for the rehabilitation of moderate-to-severe COPD: A meta-analysis. *Int J COPD.* 2016;11:2965-2975.
9. Wu X, Hu X, Hu W, Xiang G, Li S. Effects of neuromuscular electrical stimulation on exercise capacity and quality of life in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Biosci Rep.* 2020;40(5):BSR20191912.
10. Medrinal C, Prieur G, Combret Y, Quesada AR, Debeaumont D, Bonnevie T, et al. Functional Electrical Stimulation—A New Therapeutic Approach to Enhance Exercise Intensity in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: A Randomized, Controlled Crossover Trial.

- Arch Phys Med Rehabil. 2018;99(8):1454-1461.
11. Maruoka H, Tanaka K, Takayanagi M, Zenda M. Effects of neuromuscular electrical stimulation on pulmonary alveola and cytokines in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and skeletal muscle atrophy model mice. *J Phys Ther Sci.* 2021;33(1):1-8.
 12. Bonnevie T, Gravier FE, Prieur G, Combret Y, Patout M, Lamia B, et al. Lumbar transcutaneous electrical nerve stimulation to improve exercise performance in COPD patients. *Eur Respir J.* 2019;54(6):1900784.
 13. Latimer LE, Constantin D, Greening NJ, Calvert L, Menon MK, Steiner MC, et al. Impact of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation or resistance exercise on skeletal muscle mRNA expression in COPD. *Int J COPD.* 2019;14:1355-1364.
 14. Mekki M, Paillard T, Sahli S, Tabka Z, Trabelsi Y. Effect of adding neuromuscular electrical stimulation training to pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomized clinical trial. *Clin Rehabil.* 2019;33(2):195-206.
 15. Ngai SPC, Spencer LM, Jones AYM, Alison JA, Vemulpad S. Acu-TENS reduces breathlessness during exercise in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2017;2017:3649257.
 16. Xiao X, Li S, Wang Y, Lei DM, Zhang X, Zhao FR, et al. Effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation on lung function and risks of exacerbation for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Zhen Ci Yan Jiu.* 2021;46(7):598-604.
 17. Acheche A, Mekki M, Paillard T, Tabka Z, Trabelsi Y. The Effect of Adding Neuromuscular Electrical Stimulation with Endurance and Resistance Training on Exercise Capacity and Balance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Can Respir J.* 2020;2020:9826084.
 18. Jones S, Man WDC, Gao W, Higginson IJ, Wilcock A, Maddocks M. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;10(10):CD009419.
 19. Hill K, Cavalheri V, Mathur S, Roig M, Janaudis-Ferreira T, Robles P, et al. Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;5(5):CD010821.
 20. Öncü E, Zincir H. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled trial. *J Clin Nurs.* 2017;26(13-14):1834-1844.
 21. Meys R, Sillen MJ, Franssen FME, Stoffels AAF, Wouters EFM, van Hees HWH, et al. Impact of mild-to-moderate exacerbations on outcomes of neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with COPD. *Respir Med.* 2020;161:105851.
 22. Lopez-Lopez L, Torres-Sanchez I, Rodriguez-Torres J, Cabrera-Martos I, Cahalin LP, Valenza MC. Randomized feasibility study of twice a day functional electrostimulation in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease hospitalized for acute exacerbation. *Physiother Theory Pract.* 2021;37(12):1360-1367.
 23. Chen S, Jiang Y, Yu B, Dai Y, Mi Y, Tan Y, et al. Effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on prevention of intensive care unit-acquired weakness in chronic obstructive pulmonary disease patients with mechanical ventilation. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.* 2019;31(6):709-713.
 24. Akar O, Günay E, Sarinc Ulasli S, Ulasli AM, Kacar E, Sariaydin M, et al. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. *Clin Respir J.* 2017;11(6):743-750.
 25. Franssen FME, Vanfleteren LEGW, Janssen DJA, Wouters EFM, Spruit MA. Effects of a comprehensive, inpatient pulmonary rehabilitation programme in a cachectic patient with very severe COPD and chronic respiratory failure. *Breathe.*

- 2019;15(3):227-233.
26. Gutiérrez-Arias RE, Zapata-Quiroz CC, Prenafeta-Pedemonte BO, Nasar-Lillo NA, Gallardo-Zamorano DI. Effect of neuromuscular electrical stimulation on the duration of mechanical ventilation. *Respir Care*. 2021;66(4):679-685.
 27. Ambrosino N, Fracchia C. Strategies to relieve dyspnoea in patients with advanced chronic respiratory diseases. A narrative review. *Pulmonology*. 2019;25(5):289-298.
 28. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax*. 2002;57(4):333-7.
 29. Valenza MC, Torres-Sánchez I, López-López L, Cabrera-Martos I, Ortiz-Rubio A, Valenza-Demet G. Effects of home-based neuromuscular electrical stimulation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients: A randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018;54(3):323-332.
 30. Bonnevie T, Gravier FE, Debeaumont D, Viacroze C, Muir JF, Cuvelier A, et al. Home-based Neuromuscular Electrical Stimulation as an Add-on to Pulmonary Rehabilitation Does Not Provide Further Benefits in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Multicenter Randomized Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(8):1462-1470.
 31. Carpaij OA, Burgess JK, Kerstjens HAM, Nawijn MC, van den Berge M. A review on the pathophysiology of asthma remission. *Pharmacol Ther*. 2019;201:8-24.
 32. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, Zu Wallack 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;188(8):e13-64.
 33. Elnaggar RK, Moawd SA, Ali SE, Yousef AM, Azab AR. Potential impacts of AcUTENS in the treatment of adolescents with moderate to severe bronchial asthma: A randomized clinical study. *Complement Ther Med*. 2021;57:102673.
 34. Rodríguez-Canales J, Parra-Cuentas E, Wistuba II. Diagnosis and molecular classification of lung cancer. *Cancer Treat Res*. 2016;170:25-46.
 35. Tu Q, Yang Z, Gan J, Zhang J, Que B, Song Q, et al. Transcutaneous electrical acupoint stimulation improves immunological function during the perioperative period in patients with non-small cell lung cancer undergoing video-assisted thoracic surgical lobectomy. *Technol Cancer Res Treat*. 2018;17:1533033818806477.
 36. Zhou J, Dan Y, Yixian Y, Lyu M, Zhong J, Wang Z, et al. Efficacy of Transcutaneous Electronic Nerve Stimulation in Postoperative Analgesia after Pulmonary Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020;99(3):241-249.
 37. Chen J, Zhang Y, Li X, Wan Y, Ji X, Wang W, et al. Efficacy of transcutaneous electrical acupoint stimulation combined with general anesthesia for sedation and postoperative analgesia in minimally invasive lung cancer surgery: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Thorac Cancer*. 2020;11(4):928-934.
 38. Fiorelli A, Morgillo F, Milione R, Pace MC, Passavanti MB, Laperuta P, et al. Control of post-thoracotomy pain by transcutaneous electrical nerve stimulation: Effect on serum cytokine levels, visual analogue scale, pulmonary function and medication. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2012;41(4):861-8.
 39. Erden S, Celik SS. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on post-thoracotomy pain. *Contemp Nurse*. 2015;51(2-3):163-70.
 40. Sezen CB, Akboga SA, Celik A, Kalafat CE, Tastepe AI. Transcutaneous electrical nerve stimulation effect on postoperative complications. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2017;25(4):276-280.
 41. Esteban González P, Novoa NM VG. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Post-Thoracotomy Ipsilateral Shoulder Pain. A Prospective

- Randomized Study. Arch Bronconeumol. 2015;51(12):621-6.
42. Burgel PR, Fajac I. Cystic fibrosis: Current aspects and perspectives. Press Medicale. 2017;46(6 Pt 2):e85-e86.
 43. Vivodtzev I, Decorte N, Wuyam B, Gonnet N, Durieu I, Levy P, et al. Benefits of neuromuscular electrical stimulation prior to endurance training in patients with cystic fibrosis and severe pulmonary dysfunction. Chest. 2013;143(2):485-493.
 44. Poncin W, Evrard S, Mareschal A, Gohy S, Reychler G. Effects of rehabilitation methods on lower-limb muscle function and functional performance in patients with cystic fibrosis: A systematic review. Clin Rehabil. 2021;35(4):534-545.
 45. Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. 2015 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The joint task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the european society of cardiology (ESC) and the european respiratory society (ERS): Endor. Russ J Cardiol. 2016;37(1):67-119.
 46. Kahraman BO, Savci S, Ozsoy I, Baran A, Acar S, Ozpelit E, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation in patients with pulmonary arterial hypertension: a randomized controlled pilot study. J Cardiol. 2020;75(6):702-708.
 47. Arena R, Lavie CJ, Borghi-Silva A, Daugherty J, Bond S, Phillips SA, et al. Exercise Training in Group 2 Pulmonary Hypertension: Which Intensity and What Modality. Prog Cardiovasc Dis. 2016;59(1):87-94.
 48. Ferguson ND, Fan E, Camporota L, Antonelli M, Anzueto A, Beale R, et al. The Berlin definition of ARDS: An expanded rationale, justification, and supplementary material. Intensive Care Med. 2012;38(10):1573-82.
 49. Ambrosino N, Makhabah DN. Comprehensive physiotherapy management in ARDS. Minerva Anestesiol. 2013;79(5):554-63.
 50. Ozyemisci Taskiran O, Turan Z, Tekin S, Senturk E, Topaloglu M, Yurdakul F, et al. Physical rehabilitation in intensive care unit in acute respiratory distress syndrome patients with COVID-19. Eur J Phys Rehabil Med. 2021;57(3):434-442.
 51. Travis WD, King TE, Bateman ED, Lynch DA, Capron F, Center D, et al. American thoracic society/European respiratory society international multidisciplinary consensus classification of the idiopathic interstitial pneumonias. Am J Respir Crit Care Med. 2002;165(2):277-304.
 52. Nathan SD, Shlobin OA, Weir N, Ahmad S, Kaldjob JM, Battle E, et al. Long-term course and prognosis of idiopathic pulmonary fibrosis in the new millennium. Chest. 2011;140:221-9.
 53. López-López L, Torres-Sánchez I, Rodríguez-Torres J, Cabrera-Martos I, Ortiz-Rubio A, Valenza MC. Does adding an integrated physical therapy and neuromuscular electrical stimulation therapy to standard rehabilitation improve functional outcome in elderly patients with pneumonia? A randomised controlled trial. Clin Rehabil. 2019;33(11):1757-1766.
 54. Rivera-Ortega P, Molina-Molina M. Interstitial lung diseases in developing countries. Ann Glob Heal. 2019;85(1):4.
 55. Nolan CM, Patel S, Barker RE, Walsh JA, Polgar O, Maddocks M, et al. Muscle stimulation in advanced idiopathic pulmonary fibrosis: A randomised placebo-controlled feasibility study. BMJ Open. 2021;11(6):e048808.