



Türk Toraks Derneği  
Turkish Thoracic Society

# Türk Toraks Dergisi

Türk Toraks Derneği'nin yayın organıdır.

# Turkish Thoracic Journal

Official journal of the Turkish Thoracic Society

Cilt 12 • Ek 1 • Nisan 2011  
Volume 12 • Supplement 1 • April 2011

## TÜRK TORAKS DERNEĞİ SOLUNUM CİHAZLARI REHBERİ



Türk Toraks Derneği  
Turkish Thoracic Society

# Türk Toraks Dergisi

# Turkish Thoracic Journal

[www.toraks.org.tr](http://www.toraks.org.tr)

## Editörler

### *Editors*

Sema Umut, Sevgi Bartu Saryal

## Editör Yardımcıları

### *Associate Editors*

Zeynep Pınar Önen, Mehmet Polatlı, Gaye Ulubay, Atilla Uysal, T. Bahadır Üskül

## İstatistik Danışmanı

### *Biostatistical Consultant*

Ahmet Uğur Demir

## Uluslararası Yayın Kurulu

### *International Editorial Board*

Piergiuseppe Agostoni, *ITALY*

M. Selim Arcasoy, *USA*

Philippe Astoul, *FRANCE*

Y. İzzettin Barış, *TURKEY*

Ülkü Bayındır, *TURKEY*

Dominique MA Bullens, *BELGIUM*

Richard Casaburi, *USA*

Tuğrul Çavdar, *TURKEY*

Turgay Çelikel, *TURKEY*

Lütfi Çöplü, *TURKEY*

James E Hansen, *USA*

İlhan İnci, *SWITZERLAND*

Oya İtil, *TURKEY*

A. Fuat Kalyoncu, *TURKEY*

Ali Kocabaş, *TURKEY*

Emel Kurt, *TURKEY*

Muzaffer Metintaş, *TURKEY*

Zeynep Mısırlıgil, *TURKEY*

Dilşad Mungan, *TURKEY*

Gökhan M. Mutlu, *USA*

Gül Öngen, *TURKEY*

Kannan Ramar, *USA*

Joseph Roca, *SPAIN*

Israel Rubinstein, *USA*

Abdullah Sayiner, *TURKEY*

Z. Toros Selçuk, *TURKEY*

Nadja Triller, *SLOVENIA*

Haluk Türктаş, *TURKEY*

E. Sabri Uçan, *TURKEY*

Karlman Wasserman, *USA*

Adnan Yılmaz, *TURKEY*

Arzu Yorgancıoğlu, *TURKEY*

## Türk Toraks Derneği adına Sahibi

### *Owner on behalf of Turkish Thoracic Society*

Feyza Erkan Krause

## Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

### *Responsible Manager*

Gaye Ulubay

Tel.: +90 312 490 40 50

Faks: +90 312 490 41 42

E-posta: [toraks@toraks.org.tr](mailto:toraks@toraks.org.tr)

Web sitesi: [www.toraks.org.tr](http://www.toraks.org.tr)



Adres: Kızılelma cad. 5/3 34096 Fındıkzade-İstanbul

Tel.: +90 212 589 00 53

Fax: +90 212 589 00 94

E-posta: [info@avesyayincilik.com](mailto:info@avesyayincilik.com)

Baskı: ADA Ofset Matbaacılık Tic. Ltd. Şti. - 0212 567 12 42

Baskı Tarihi: Nisan 2011



Türk Toraks Derneği  
Turkish Thoracic Society

# Türk | Turkish Toraks | Thoracic Dergisi | Journal

[www.toraks.org.tr](http://www.toraks.org.tr)

## TÜRK TORAKS DERNEĞİ SOLUNUM CİHAZLARI REHBERİ 2011

### HAZIRLAYANLAR

Zuhal Karakurt  
Bilun Gemicioğlu

### YAZARLAR

Atilla Uysal  
Akif Özgül  
Arzu Yorgancıoğlu  
Berna Dursun  
Bilun Gemicioğlu  
Dilek Saka  
Dilşad Mungan  
Ebru Çakır Edis  
Fuat Kalyoncu  
Funda Coşkun  
Füsün Yıldız  
Hikmet Fırat  
Hülya Dirol  
İpek Kıvılcım Oğuzülgen  
İrfan Uçgun  
Kürşat Uzun  
Murat Sezer  
Nalan Adıgüzel  
Ömer Özbudak  
Refika Ersu  
Sema Umut  
Şermin Börekçi  
Sevgi Pekcan  
Yasemin Gökdemir  
Zuhal Karakurt



Türk Toraks Derneği  
Turkish Thoracic Society

# Türk | Turkish Toraks | Thoracic Dergisi | Journal

[www.toraks.org.tr](http://www.toraks.org.tr)

TTD Solunum Cihazları Rehberi 2011'e hoş geldiniz

"TTD Solunum Cihazları Rehberi 2011" TTD 14. Kongresinde katılımcılarımıza ilk defa hazırlanarak sunulmaktadır. Bu rehberin amacı, hekimlerimize göğüs hastalıklarında kullanılan cihazları tanıtmak ve ulaşılabilir adreslerinin olduğu bir katalog sağlamaktır. Bu amaçla, bu kitapta uyku ve solunum cihazları (noninvasif mekanik ventilasyon, bronkoskopi, solunum fonksiyon testi, arter kangazı cihazları, vs), bu cihazların kullanım endikasyonları ve ilkeleri ile ilgili temel bilgiler mevcuttur. Ayrıca birçok firmanın Türkiye'de ulaşılabilir distribütör ve bayi adres bilgilerine yer verilmiştir. Uyku ve solunum cihazlarının distribütörlerine, ürünlerini gösteren sayfalarda kendilerini tanıtmak imkânı verilmiştir.

TTD'nin yıllık kongresinde katılımcılarımıza ücretsiz dağıtılan "**TTD Solunum Cihazları Rehberi 2011**"'in üyelerimize yararlı olacağını umuyoruz.

Kitabın oluşturulmasına yazıları ile katkıda bulunan değerli hocalarımıza, yazıların, reklamların kitap haline gelmesinde büyük özveri ile çalışan TTD değerli çalışanlarına, 14. Kongre Organizasyon Komitesine, AVES Yayıncılık firmasına ve son olarak tanıtım sayfalarını oluşturarak reklam veren firmalara teşekkür ederiz.

Saygı ve Sevgilerimizle

TTD 14. Yıllık Kongre Komitesi ve MYK adına hazırlayanlar:  
Dr. Zühal Karakurt, Dr. Bilun Gemicioğlu

# Solunum Fonksiyon Testleri: Spirometri, PEF Ölçümü, DLCO Endikasyonları ve Uygulama Teknik Bilgileri

Atilla Uysal

Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

Solunum fonksiyon testleri (SFT) standart cihazlar kullanarak akciğer fonksiyonlarını ölçmeye yönelik yapılan manevralardır. SFT, spirometre adı verilen cihazlarla ölçülür. Solunum testi gereken durumlar:

1. Hastalık araştırmak,
2. Bilinen bir hastalığın akciğer fonksiyonları üzerine etkisini saptamak,
3. Meslek veya çevresel faktörlerin akciğer üzerine etkilerini değerlendirmek,
4. Tedavinin başarısını değerlendirmek,
5. Ameliyat için risk belirlemek,
6. İş görmezlik veya maluliyet değerlendirmesi,
7. Akciğer sağlığı veya hastalığı konusunda epidemiyolojik veya klinik araştırmalar için kullanılır.

Spirometrelerin, doğru SFT ölçümü yapabilmesi için;

1. Cihazın uygunluğu,
2. Kalibrasyon kontrolü,
3. Ölçüm özellikleri,
4. Kabul edilebilirlik kriterlerine uygunluğu,
5. Tekrar edilebilirliğini sağlaması,
6. Referans değerlerini içermesi ve değerlendirme olanağı sağlaması gerekmektedir.

Kullanılan spirometre;  $\pm 15$ sn volüm limitleri içinde ölçümü yapabilmeli,  $\pm 8$ L volümleri  $\pm 3\%$  ya da  $\pm 0.050$  L doğrulukla ölçebilmeli, 14L/sn akım hızında toplam direnç  $< 1.5 \text{ cmH}_2\text{O/L/sn}$  olmalı ve spirometre ve hasta arasında yer alan tüm parçaların toplam direnci ölçülebilir.

Ayrıca Solunum testi laboratuvarlarında, kalibrasyon ve testler sırasında ortam ısı 17-40°C olmalı, kabul edilebilirlik  $\pm 3\%$  içinde olmalıdır. Hava kaçakları her gün kontrol edilmelidir.

Spirometreler ölçüm tekniğine göre, volüm ve akım ölçen spirometreler olarak ikiye ayrılrsa da, günümüzde volüm ölçen spirometreler sadece çok özel araştırma laboratuvarlarında kullanılmakta ve ticari olarak pazarlanmamaktadır.

Yaygın olarak kullanılan akım ölçen spirometreler için, ortamdaki nem ile doymuş basınç ve sıcaklık önemlidir. Sensörler, akıma duyarlı olup akımı ölçer. Ölçülen akımdan elektronik (analog) veya nümerik (dijital) olarak volüm hesaplanır. Sensörlerin çalışma prensipleri:

Rezistansa karşı basınç ölçerler (pneumotach veya orifice), ısıtılmış teli soğutarak (anemometre), tirbünün dönüşü sayan ve ultrasonic tipte olabilirler. Spirometreler, hastanın sonuçlarını referans değerlerine göre verirler. Spirogram ve akım-volüm halkasını içeren sonuçları aynı anda yazdırabilirler. Akım tip spirometrelerin çoğunun temizlenmesi ve dezenfeksiyonu kolaydır. Bazı akım ölçen spirometrelerin sensörleri kullan ve atılır. Temizleme ve dezenfeksiyon gerekmez. Her sensörün doğru ölçtüğü (Accuracy) ve tekrarlanabilirliği (Reproducibility) doğrulanmalıdır. BTPS e göre akım ve volüm hesapları düzeltilir. Kalibrasyon her spirometre için gereklidir. Kalibrasyonun sıklığı cihaza ve cihazın kullanım sıklığına göre değişir. Akım tipi spirometreler genellikle her gün kalibre edilmeleri gereklidir. Kalibrasyonun stabilitesi önemlidir. Tüm spirometreler temizlendikten ve dezenfekte edildikten sonra kalibre edilmelidir. Spirometrelerin ölçümü doğru olmalıdır. Spirometrelerde volüm,  $\pm 0,05$  L veya  $\pm 3\%$  limitleri içinde olmalı, akım ise  $\pm 0,2$  L/sn. veya  $\pm 5\%$  limitleri içinde olmalıdır.

Kalibrasyon şırıngası da sertifikeli edilmiş olmalı ve 3 L. yi doğru gösterdiğinden emin olunmalıdır. Cihaz farklı sıcaklıkta olan bir ortama taşındığında BTPS değişeceğinden bir süre beklenmeli, yeni ortama göre kalibre edilmeli ve kalibrasyon şırıngası da cihazla aynı ortamda bulunmalıdır. Kalibrasyon kayıtları düzenli tutulmalıdır. Düzenli servis bakımları yapılmalı ve kayıt edilmelidir.

Spirometre manevrasında kişi, spirometre ağızlığına normal tidal volümden nefes alıp verir. Sonra derin nefes alması ve hızla derin nefes vermesi istenir. Nefes verme süresi kesintisiz olarak en az 6 saniye sürmesi gerekmektedir. Teknisyen tarafından yapılan üç kabul edilebilir spirogramda, en yüksek iki FVC arasındaki fark  $< 0.150$  L, en yüksek iki FEV<sub>1</sub>  $< 0.150$  L olmalıdır.

PEF (Peak Expiratory Flow) ölçümü, standart spirometreler ile yapıldığı gibi taşınabilir, ucuz, kullanımı kolay PEF metreler ile de yapılabilmektedir. Bu el tipi cihazlar kişilerin hava çıkış hızını takip etmek için kullanılırlar. PEF metre ölçümünde ibre sıfıra getirilir. Ağız kısmı, dudaklar ile iyice sarılmalıdır. Derin bir nefes alıp ani ve hızlı üfler. İbrenin gösterdiği sayı okunur. Bu işlem üç kez tekrarlanır, en yüksek değer takip formunda ayrılan yere kayde-

dilir. PEF metreler astım teşhisinde, astımın ağırlığının tespiti ve tedaviye cevabın değerlendirilmesi, astım nöbetlerinin şiddetinin ölçülmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Her astımlı hastanın bir PEF metresinin olması ve kullanması, hastalığın takibi açısından önemlidir. Bu, hipertansiyonu olan hastanın evinde tansiyon aleti bulundurup kendi tansiyonun kontrol edebilmesi gibi; astımlı hastanın da kendi hastalığını izleyebilmesine imkân verir.

El tipi PEF metrelerin çoğu herhangi bir kalibrasyon gerektirmez. Ancak hastaların takibinde beklenmedik değerler gözlemlendiğinde veya cihazın ölçüm değerlerinde şüphe olduğunda laboratuvar teknisyeni tarafından bizzat kendi akciğer akım/volümleri ile ölçerek veya 3 L lik kalibrasyon şırıngası ile kontrol edilebilir. Cihazın güvenilirliği ve doğru ölçüm yapıp yapmadığı, cihazın doğru kullanılıp kullanılmadığına ve bakımında bağlıdır. O nedenle PEF metreler kullanım talimatlarına uygun kullanılmalı, saklama koşulları önerildiği gibi olmalıdır. En sık hatalar, cihazların uygun yöntemler ve solüsyonlarla temizlenmemesinden kaynaklanmalıdır [1].

### Akciğerlerin Karbonmonoksit Difüzyon Kapasitesi

- DLCO: Karbonmonoksidin akciğerde difüzyon kapasitesidir. Akciğerlerin, inhale edilen bir gazın alveollerden akciğer kapillerlerine transport etme özelliğini ölçer. Oksijenin, akciğerlerin hava keseciklerinden kana geçişinin göstergesidir. DLCO ölçümü, alveolar-kapiller membranın özelliklerine, hemogloblin konsantrasyonuna ve kardiyak ouptut'a bağlıdır.

DLCO, astımı amfizemden ayırmada, restriktif akciğer hastalığı tanısı ve ağırlığın değerlendirmede, pulmoner hipertansiyonun erken evrelerinin tanısında kullanılır. Akciğerin birçok hastalığında DLCO azalır. Bunlar; obstrüktif akciğer hastalıkları (Amfizem, Kistik fibroz), parankimal akciğer hastalıkları (inert veya biyolojik tozlara bağlı), sarkoidoz, sistemik hastalıkların akciğer tutulumu (SLE, progresif sistemik skleroz, mikst bağ dokusu hastalıkları, romatoid artrit, dermatomyozit, polimiyozit, Wegener granülomatosisi, inflamatuvar barsak hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar (akut miyokard infarktüsü, mitral stenoz, primer pulmoner hipertansiyon, pulmoner ödem, pulmoner tromboemboli)), diğer (anemiler, kronik böbrek yetmezliği, kronik hemodiyaliz, akut ve kronik alkol kullanımı, kokain, veya marihuana gibi madde kullanımı, sigara içimi, BOOP) dur. DLCO nun arttığı durumlar; Polisitemi ile giden hastalıklar, alveolar hemorajiler (Goodpasture sendromu, Wegener granülomatosisi), pulmoner kan akımının arttığı durumlar (sol-sağ kalp içi şantlar), astım atakları, egzersiz, supin pozisyon, obezite ve Müller manevrasidir.

DLCO ölçüm cihazlarının da spirometre cihazlarında olduğu gibi ATS/ERS standartları vardır. Bu standartlar, Volüm ölçümünde kesinlik (Doğruluk): ATS/ERS standartları (%0.5 hata limitleri içinde kalan test şırıngası kullanılarak (litre gaz hacminde %3.5 lik doğruluk), Gaz analizörleri (tüm ölçüm sürecince %0.5 lik linearite ve %0.5 den daha az sapma ve stabil kalma), Devre rezistansı (6 L.s<sup>-1</sup> akım hızında, <0.5 cmH<sub>2</sub>O.L<sup>-1</sup>), Talep valf duyarlılığı: valf ve devreden geçen 6L.s<sup>-1</sup> akım için 10 cm H<sub>2</sub>O (basınçlı gaz kaynağı kullanılıyorsa) ve Zamanlayıcı (Timer): 10 saniyede (100 milisaniyede) %1 sınırları içinde kalmalı ve aparat valf ölü boşluk hacmi (<0.350 L) olmalıdır.

DLCO ölçümlerinde de spirometre ölçümlerinde olduğu gibi, donanımın kalite kontrolü yapılmalıdır. Her test öncesi ve sonrası gaz analizörü sıfırlanmalı, volüm doğruluğu günlük olarak kontrol edilmeli, en azından haftada bir akciğer fonksiyonları bilinen bir kişi veya simülatörlerle testler ile kontrol edilmeli, her üç ayda bir gazın linearite testi yapılmalı, zamanlayıcı her üç ayda bir kontrol edilmelidir.

DLCO ölçümünde en sık kullanılan yöntem tek nefes CO yöntemidir. Gaz konsantrasyonları, başlangıç ve 10. saniye sonunda ölçülmektedir. Test yapılan kişi önce rezidüel volüm düzeyine kadar nefesini boşalttıktan sonra, sistemde bulunan gaz karışımından (%0.3 CO, %10 He, %21 O<sub>2</sub> ve kalanı N<sub>2</sub>) oluşur, bazı laboratuvarlarda CO ve He yanında normal oda havası eklenir, bu durumda O<sub>2</sub> konsantrasyonu yaklaşık %18 olur. Kişi total akciğer kapasitesine kadar bu gaz karışımını inspire eder ve bu düzeyde soluşunu 10 saniye tutar. Daha sonra da maksimum ekspirasyon yapar. CO içeren karışımın inspirasyondan sonra alveoldaki konsantrasyonu, kapiller kana geçmesi nedeni ile hızla düşer. Difüzyona uğrayan CO, volume inspire edilen gaz volümünün başlangıç ve bitiş CO konsantrasyonundan hesaplanır. DLCO için kabul edilebilir test kriterleri; uygun kalite kontrol sisteminin kurulmuş olması, dört saniye içinde inspire edilen volümün alınan vital kapasitenin %85'ni oluşturması, nefes tutma süresi 10±2 saniye olmasıdır. Ayrıca sistemden kaçak, Valsalva ve Mueller manevraları olmamalıdır. Ekspirasyon dört saniye içinde (örnek toplama 3 saniye içinde) olmalıdır [2, 3].

### KAYNAKLAR

1. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. Eur Respir J 2005; 26: 319-38.
2. Macintyre N, Crapo RO, Viegi G et al. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J 2005; 26: 720-35.
3. Demir T. Difüzyon Testi. Ed. Nurhayat Yıldırım. Akciğer Fonksiyon Testleri. Fizyolojiden Klinik Uygulamaya. İstanbul 2004: 146-153.

# Pulmoner Egzersiz Testleri ve Ekipmanları

Funda Coşkun

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Pulmoner egzersiz testleri dispnenin ayırıcı tanısından preoperatif değerlendirmeye kadar birçok alanda kullanılan testlerdir. Yapılacak olan testin niteliğine göre ekipmanlar değişmektedir. Tanı ve tedavi izleminde kullanılması düşünülen bu testlerin standartlara uygun olarak yapıldığından ve kullanılan ölçüm metodlarının geçerliliğinden emin olunması gerekmektedir.

**6 Dakika Yürüme Testi:** Pulmoner testler içinde en kolay uygulanan ve en yaygın kullanılan testtir. Bu test için özel bir ekipmana ihtiyaç yoktur. En az 30 metre uzunluğunda hastanın rahat yürüebilmesi için normalde kullanılmayan bir koridor olması yeterlidir. Ölçüm sırasında kronometre kullanılabilir. 6 dakikanın tam olarak tutulduğundan emin olunmalıdır. Egzersiz sırasında oluşacak olan hipoksiyi gözlemek için pulse oksimetre kullanılabilir. Ama test standartında olması gerekmektedir.

**Mekik Yürüme Testi:** Pulmoner egzersiz testleri içerisinde yapılması kolay olan ve fazla ekipman gerektirmeyen bir diğer testtir. Mekik Yürüme Testi pik VO<sub>2</sub> tahmininde kullanılabilir. Hastanın, 10 metre ara ile konulmuş olan iki kuka arasında gittikçe artan bir hızla gidip gelmesinden oluşan bir testtir. Bu testin yapılabilmesi için belli aralarla uyarı veren bir ses CD'sine ve etrafında tur atılabilecek en az 10 metreyi belirleyen iki adet kukaya ihtiyaç vardır.

**Kardiyopulmoner Egzersiz Testi:** Pulmoner egzersiz testleri içerisinde en fazla veriyi sağlayan fakat aynı zamanda en çok ekipmana gereksinim duyulan test şeklidir. Ergometreler ya da yürüme bandı ile test gerçekleştirilebilir. Ergometreler bisiklet, kol ve kürek ergometreleri olarak sayılabilir [1].

## **Bisiklet Ergometreleri:**

**Mekanik frenli ergometreler:** Bu tip bisiklet ergometrelerinde direnç sürtünmeye neden olacak ısıya dayanıklı bir parça kullanılarak yaratılır. Sürtünme düzeneğini gevşeterek ya da sıkarak direnç değiştirilir. Sistemin kendisinden kaynaklanan %5-10'luk bir direnç olabileceği unutulmamalıdır. Bu tip ergometreler daha ucuz ve sağlamdır. Ayrıca daha kolay kalibre edilirler ve elektrik donanımına ihtiyaç duymazlar.

Elektrik frenli ergometreler: Elektrik akımı kontrol edilerek direnç oluşturulması esasına dayanır. Bu tip ergometrelerin üstünlüğü 40-80 arasındaki pedal çevirme hızlarında iş yükünü sabit tutmak mümkündür.

Bütün bisiklet ergometrelerinde testi yapan kişiye pedal frekansı hakkında bilgi veren bir göstergenin bulunmalıdır. Ergometrelerin belli zaman aralıklarıyla kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir [1].

## **Yürüme Bant Ergometreleri:**

Yürüme bandının egzersiz testleri sırasında kullanılması daha bilinir bir egzersiz şekli olması nedeniyle hastalar açısından kolaylık sağlayabilmektedir. Yürüme bantları ile yapılan egzersizler kaygan bir platform üzerinde elektrik motoru aracılığı ile hareket ettirilen bez bant üzerinde yürünerek gerçekleştirilir. Motor gücünün en az 1 beygir gücünde olması gerekir. Bant hızı ve rampanın artırılabilmesi için zorlu egzersiz denemelerinde 2 beygire kadar güç gereksinimi olabilir. Yokuş aşağıya koşma eyleminin taklit edildiği negatif eğimli bantlar spor hekimliği araştırmalarında kullanılmak üzere dikkat çekmektedir.

Yürüme bantlarında, yürünülen düzeyin uzunluğu, kenar ve öndeki tutunma noktaları, yürüme platformunun yüksekliği, panik düğmesinin varlığı önem arz etmektedir.

## **Kol Ergometreleri:**

Bazı hasta gruplarında bisiklet ya da yürüme bant ergometresi kullanılamamaktadır. Tekerlekli sandalyedeki hastalar, hamileler, otururken ya da yürürken bel ağrısı olan hastalar bu gruplara örnektir. Kol kuvvetinin performansı belirlediği sporcularda da kol ergometresi kullanılmaktadır. Egzersiz yapan kas kütesinin daha az olması nedeniyle elde edilen sonuçlar buna uygun olarak değerlendirilmelidir [1].

Kol ergometrelerinin 3 ayrı tipi vardır. 1. Aygıtın üzerinde sayaç bulunanlar, 2. Tekerlekli sandalye ergometreleri, 3. Elektrik veya mekanik frenli modifiye bisiklet ergometreleri. Aygıtın üzerinde sayaç bulunan ergometreler herkes tarafından rahatlıkla kullanılabilir. Tekerlekli sandalye ergometreleri de özel koşullara göre yapılabilir. Elektrik veya mekanik frenli modifiye bisiklet ergometreleri ise normalde bisiklet ergometresinin uygun desteklerle masa üzerine yerleştirilmesi ile kullanılabilir hale getirilmesinden ibarettir.

**Hacim Ölçüm Aygıtları:** Kardiyopulmoner egzersiz testleri sırasında tüketilen oksijen ve üretilen karbondioksit düzeylerinin ölçülebilmesi için inspiyum ve ekspiyum havalarının toplanması ve pulmoner dakika ventilasyonunun hesaplanması gerekmektedir. Bunu yapabilecek sistemler basit ölçümler için ekspiyum havasının toplandığı torbalardan ayrıntılı ölçüm yapan sıcak tel anomometrelere, pnömotograflara ve turbin akım çeviricilerine kadar değişmektedir. Önemli olan soluk hacminin ayrı ayrı ölçülebildiği, hava akımına direncin düşük olduğu, kolay kullanılabilen, temizliği ve kalibrasyonu kolay hacim ölçüm cihazlarının kullanılmasıdır [3].

**Gaz Analizörleri:** Kardiyopulmoner egzersiz testlerinin en önemli parçası sayılabilirler. Ekspirasyon havasındaki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarının ölçümü kimyasal, elektronik ya da spektrofotometrik yöntemlerle yapılabilir. Oksijen analizör sistemleri paramanyetik, elektrokimyasal, zirkonyum oksit analizörü ya da laser diot absorpsiyon spektroskopu olarak sayılabilir. Kalibrasyonlar gaz içeriği bilinen kalibrasyon tüpleriyle yapılmaktadır [3].

Oksijen analizörlerinin normal kalibrasyon dışında fazla bir bakıma ihtiyacı yoktur. Gaz örneğini ileten bağlantılar temiz ve bakımlı olmalıdır. Her test öncesinde gaz analizörlerin kalibre edilmesi testlerin güvenilirliğini artıracaktır.

Karbondioksit analizörleri olarak günümüzde nondispersive infrared karbondioksit analizörleri kullanılmaktadır. Kalibrasyon esasları oksijen analizörleri ile aynıdır.

**Metabolik Ölçüm Sistemleri:** Bütünleştirilmiş egzersiz testi sırasında pulmoner ventilasyon ve gaz değerleri ölçülerek bilgisayar kontrollü analog ve dijital sinyal işlemlerinin kullanılması ile egzersiz sırasında elde edilen parametreler bir araya getirilmekte, saklanmakta ve hesaplanmaktadır. Karışım kabin metodu veya her solukta metodu metabolik ölçüm sistemleridir. Karışım kabin metodunda kullanılan en basit yöntem Douglas torbası yöntemidir. Torbada karışım halinde bulunan havadaki ölçümler gaz analizörleri aracılığı ile yapılır. Karışım kabini metodunda ekspire edilen havanın hacmi ve gaz konsantrasyonları birkaç soluğun ortalaması alınarak hesaplanırken her soluk metodunda ise her bir soluk için ölçümler

ve hesaplamalar yapılmaktadır. Her soluk yöntemi daha fazla veri sağlaması nedeniyle karışım kabin metoduna üstünlüğü mevcuttur.

**Periferik Ölçüm Aygıtları:** Kardiyopulmoner egzersiz testinde soluk havasından yapılan ölçümlerin yanı sıra diğer bazı parametrelerin ölçülmesi testin tanı değerini artırmaktadır [2].

Elektrokardiyografi: Kardiyopulmoner egzersiz testlerinin olmazsa olmaz bir parametresidir. Klinik egzersiz testlerinde en az 3 derivasyonlu EKG test sırasında gözlemlenmelidir. Bununla birlikte 12 derivasyonlu EKG'lerin kullanılması altta zaten hastalığı olan hasta gruplarında egzersiz testi güvenilirliğini artırmaktadır.

Sfigmomanometre: Test sırasında uygun bir manşon ve steteskop ile kan basıncının ölçülmesi gerekmektedir. Ani hipotansiyon ya da hipertansiyon durumlarında test sonlandırılmalıdır. Manuel olarak ölçülebilmekle birlikte belli aralıklarla test süresince ölçümün sağlanabileceği otomatik sistemler de mevcuttur.

Pulse oksimetre: Test sırasında oksijen desatürasyonun takibi için kullanılmaktadır. Sensor ve kabloların korunması gerekmektedir. Ani saturasyon düşüklükleri de test sonlandırma kriterleri arasındadır.

Arteriyel kan örneğinin alınması: Gaz alışverişinin en objektif göstergesi olarak istirahat ve maksimal egzersiz sırasında arteriyel kan örneğinin alınması gerekmektedir. Laktat ölçümünün yapılması hastanın gerçekten anaerobik eşiği geçip geçmediğini göstermede en objektif veridir. Test sırasında kan gazının alınabilmesi için daha öncesinde hastaya arteriyel kateter takılması gereklidir [3].

#### KAYNAKLAR

1. Cooper CB, Storer T. Egzersiz testleri ve Yorumu (Çeviri: Kayserilioğlu A, Çavuşoğlu H.) Cambridge University Press. Araç Donanımı. 2001; 15-51.
2. Gürsel G. Egzersiz Fizyolojisi ve Egzersiz Testleri. Akciğer Fonksiyon Testleri (Ed. Yıldırım N) İstanbul, 2004; 105-19.
3. Wasserman K, Hansen J, Sue D, Stringer W, Whipp B. Exercise Laboratory and Equipment. In Principles of Exercise Testing and Interpretation. Lippincott 2005; 134-142.



# Arter Kan Gazı Analizi, Alma Tekniği ve Yorumlaması

Şermin Börekçi, Sema Umut

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

## İçerik

1. Arter Kan Gazı Analizi
2. Arter Kan Gazı Alma Tekniği
3. Arter Kan Gazı Yorumlanması

### 1. Arter Kan Gazı Analizi

Asit baz dengesinin ve solunum dengelerinin tayini için arteriyel kanda oksijen ( $\text{PaO}_2$ ) ile karbondioksit ( $\text{PaCO}_2$ ) parsiyel basınçlarının, oksijen satürasyonunun ( $\text{SaO}_2$ ), pH ve bikarbonat değerlerinin ölçümü arter kan gazı analizi (AKG) ile yapılır [1]. Arter kan gazı analizi hastanın metabolik ve respiratuar fizyolojisi hakkında güvenilir bilgiler veren önemli bir laboratuvar yöntemidir [2,3].

Arter kan gazı analizi endikasyonları şu şekilde özetlenebilir [1,4]:

- Metabolik ve respiratuar asidoz ve alkolozun tanısı ve takibi
- Solunum yetmezliğinin tipinin saptanması
- Verilen tedavinin etkinliğinin belirlenmesi
- Oksijen tedavisinin endikasyonu ve takibi
- Ani gelişen ve sebebi açıklanamayan dispne sebebini araştırma

### 2. Arter Kan Gazı Alma Tekniği

Yaygın olarak kullanılan yöntem invaziv olarak artere perkütanöz yolla ulaşarak yada arteriyel katater yerleştirilerek (yoğun bakım ünitelerinde sık kan gazı monitörizasyonu gereken durumlarda, aseptik koşullar sağlanarak) arter kan örneğinin alınmasıdır. Kan örneğinin hangi arterden alınacağı uygulayıcının tecrübesi, hastanın kliniği gibi birçok durumla ilişkilidir [2,3]. Genellikle, radial, brakial ve femoral arterler, zorunlu durumlarda dorsalis pedis ve aksiler arterler kullanılır [2]. El bileğinde yüzeyel lokalizasyonda seyretmesi, kolay palpe edilebilmesi, işlem sonrasında kanamayı önlemek için üzerine kolay bası uygulanabilmesi nedenleriyle öncelikle radial arter tercih edilir [2,5]. Elde kolleteral dolaşımın yeterliliğini değerlendirmek için, işlemden önce Allen testi mutlaka uygulanmalıdır [2,5]. Allen testinde radial ve unlar artere baskı yapılır ve hastanın avucunu kapatıp açması istenir. Unlar

arterdeki bası ortadan kaldırıldığında el pembeleşiyorsa radial arteden kan alınmalıdır [1].

Radial arterden AKG örneği alınması işleminde [1-4]: Hastaya işlem anlatılmalı, radial arter palpe edilmeli, işlemin yapılacağı bölge iyot yada alkolle temizlenmeli, işlemden önce 1 ml %2'lik lidokain subkütan olarak enjekte edilerek lokal anestezi sağlanmalıdır. İşlem sırasında ağrı duyulmasının hiperventilasyona neden olarak AKG değerlerini etkleyebileceği utulmamalıdır. Beş mililitrelik enjektöre %0.1'lik heparin solüsyonundan 0.5 ml çekilmeli, enjektörün pistonu geri çekilerek, iç yüzeyin heparinle teması ve heparinin ince bir tabaka oluşturması sağlanmalı, enjektördeki heparin tamamen boşaltılmalıdır. Heparin pH'yı ve  $\text{PCO}_2$ 'yi düşürebilir. Radial arter palpe edilirken, pulsazyona yönelecek şekilde 60° bir açıyla (horizontal hat ile 30°) enjektörle ilerlenir, enjektöre kan geldiği anda ilerleme sonlandırılır 2-3 ml kan alınır (Şekil 1).



Şekil 1. Arter kan gazı örneği alınması

Tablo 1. Normal arteriyel kan gazı değerleri

pH	7.35-7.45
$\text{PaCO}_2$	35-45 mmHg
$\text{PaO}_2$	80-100 mmHg
$\text{SaO}_2$	%95-97
Std $\text{HCO}_3^-$	22-26 mEq/L (plazma)
Aktüel $\text{HCO}_3^-$	22-26 mEq/L (plazma)
BE	±3 mmol/L

Enjektör çekildikten sonra enjektörde hava varsa çıkartılır, iğne ucunun havayla teması önlenir ve işlem yerine 5 dakika süreyle bası uygulanır. Antikoagülan alanlarda ve koagülasyon bozukluğu olanlarda bu süre daha uzun tutulmalıdır. Alınan örnek 5 dakika içerisinde laboratuvara ulaştırılmayacaksa, kan hücresinde metabolik aktiviteyi ve buna bağlı olarak O<sub>2</sub> tüketimi, CO<sub>2</sub> üretimini önlemek amacıyla enjektör buz aküsü üzerinde bekletilmelidir. Kan gazında ölçülen O<sub>2</sub> satürasyonu (SaO<sub>2</sub>) ile pulse oksimetreyle saptanan O<sub>2</sub> satürasyonu (SpO<sub>2</sub>) arasında uyumsuzluk saptanan olgularda "psödohipoksemi" olabileceği hatırlanmalıdır. Ayırıcı tanı için kan gazı örneğinin santrifüj edilmesiyle elde edilen plazmanın PaO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> ölçümü için kullanılabilmesi bildirilmektedir [2]. AKG alırken oluşabilecek komplikasyonlar; ağrı, arteriyel spazm, enjeksiyon yerinde kanama, enfeksiyon, sinir hasarı, trombozdur.

### 3. Arter Kan Gazlarının Değerlendirilmesi

Normalde AKG değerleri Tablo 1'de belirtilen değerler arasındadır [1-3,6]:

PaO<sub>2</sub>: Oksijenizasyonu

PaCO<sub>2</sub>: Alveoler ventilasyonu

PaO<sub>2</sub> ve PCO<sub>2</sub>: Gaz alışverişini,

Ph, PCO<sub>2</sub> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Asit baz durumunu değerlendirmede kullanılır [1,2].

pH'nın tolere edilebilir sınırları 6.8-8.0 arasındadır [1]

**Arter kan gazı değerlendirilmesinde kullanılan terimler ve açıklamaları**

[H<sup>+</sup>]: Hidrojen iyon konsantrasyonudur.

**pH:** Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Kanın H<sup>+</sup> durumunu belirlemek için kullanılır, asit-baz dengesini bir ölçüt olarak temsil eder [2]. Birimi: nmol l<sup>-1</sup>dur. Hastanın asidoz ya da alkalozda olduğunu gösterir ancak tipini pH ile anlamak mümkün değildir. pH asidoz yada alkalozun kompanse olup olmadığını gösteren tek parametredir [1]. Normal değerleri 7.35-7.45'dir. pH<7.35 olursa dekompanse asidoz, pH>7.45 olursa dekompanse alkalozdur.

Baz fazlalığına bakılarak olayın metabolik asidoz ya da alkaloz olduğuna karar verilebilir.

**Baz fazlalığı (BE):** Tam oksijenize kanın, 37°C' de ve 40 mmHg PCO<sub>2</sub> de pH'sını 7.40'a getirmek için gerekli asit veya baz miktarıdır, metabolik durumun göstergesidir. Eğer BE <-2.5 ise metabolik asidoz, BE >+2.5 ise metabolik alkalozdur [1]. Bazı kaynaklarda BE normal değerleri -3 ile +3 olarak kabul edilmektedir [1, 2, 4]. Respiratuar asidoz, metabolik alkalozla; respiratuar alkaloz, metabolik asidozla kompanse olur. Metabolik asidoz, respiratuar alkalozla; metabolik alkaloz, respiratuar asidozla kompanse edilir.

**Parsiyel arteriyel oksijen basıncı (PaO<sub>2</sub>):** Arteriyel kandaki oksijenin parsiyel basıncıdır. Oksijenizasyonun

değerlendirilmesinde kullanılır. Birimi mmHg veya kilopaskal (kPa)'dır (kPa=mmHg/7.5). Hastanın oda havasında ve deniz seviyesinde soluk aldığı düşünülürken yaşa göre PaO<sub>2</sub> değeri aşağıdaki formüllere göre hesaplanabilir [1, 2]

$$\text{PaO}_2 = 104.2 - (0.27 \times \text{Yaş}), \text{ PaO}_2 = 109 - (0.43 \times \text{Yaş})$$

yada kabaca: **100-(Yaş/3)**

PaO<sub>2</sub>: 60-79 mm Hg arasındaysa " hafif hipoksemi"

PaO<sub>2</sub>: 40-59 mm Hg arasındaysa "orta hipoksemi"

PaO<sub>2</sub>: 40 mmHg altındaysa "ağır hipoksemi"

**Oksijen Kontenti (CaO<sub>2</sub>) (Arteriyel oksijen içeriği):**

Arteriyel kanda erimis veya hemoglobine bağlı formlarda taşınan oksijen miktarları toplamı kanın oksijen içeriğidir (CaO<sub>2</sub>). Normalde erkeklerde 20.4, kadınlarda 18.6 mL/dL'dir. Aşağıdaki formüle göre hesaplanır [1,4]

$$\text{CaO}_2 \text{ (mL/dL)} = [\text{SaO}_2 \text{ (\%)} \times \text{Hb (g/dL)} \times 1.34] + (\text{PaO}_2 \times 0.003)$$

**Oksijen Satürasyonu (SaO<sub>2</sub>):** Hemoglobinin oksijenle satürasyon (doygunluk) düzeyini yansıtır.

**Alveolo-arteriyel oksijen gradienti:p(A-a) O<sub>2</sub>:**

Alveol ve arteriyel parsiyel oksijen basınçları arasındaki fark olup akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir.

$$p(A-a) \text{ O}_2 = [\text{FiO}_2 \times (760-47) - (1.25 \times \text{PaCO}_2)] - \text{PaO}_2$$

*veya pratik olarak*

$$p(A-a) \text{ O}_2 = [150 - (1.25 \times \text{PaCO}_2)] - \text{PaO}_2$$

*formülüyle hesaplanabilir [7].*

Deniz seviyesinde barometrik basınç 760 mmHg

37 derecede su basıncı -47 mmHg

Trakeal havadaki PO<sub>2</sub> 713x0.21=149 mmHg

Normalde alveolo-arteriyel oksijen gradienti 5 mmHg dir, ancak yaşla birlikte artar, 20 yaşından sonra her 10 yıl için 4 mmHg lik artış olur [2]. Alveolo-arteriyel oksijen gradientini oda havasında 7-14 mmHg kabul edenlerde bulunmaktadır. Yaşa göre beklenen formülle hesaplanabilir [2].

$$\text{Yaşa göre beklenen } p(A-a) \text{ O}_2: 2.5 + [0.25 \times \text{yaş (yıl)}]$$

**Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı (PaCO<sub>2</sub>):**

Arteriyel kandaki karbondioksitin parsiyel basıncıdır. Alveolar ventilasyonun göstergesidir. Birimi mmHg veya kilopaskal (kPa)'dır. Normal değeri deniz seviyesinde 40 mmHg'dir, venöz kanda ise 46.5 mmHg'dir [1, 2].

**Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>):** Bikarbonat iyonunun serum konsantrasyonudur. Kanda önemli bir tampondur, asit-baz dengesinin metabolik komponentini değerlendirmede kullanılır.

**Standart bikarbonat:** Standart koşullarda (37 °C sıcaklık ve 40 mmHg PCO) kanda bulunması gereken bikarbonat değeridir. Normalde 22-26 mEq/L'dir.

**Aktüel bikarbonat:** Kanda bulunan gerçek bikarbonat değeridir. Normalde 22-26 mEq/L'dir. Artmış değerler metabolik alkalozu, azalmış değerler metabolik asidozu gösterir.

### Asit-baz Denge Bozuklukları

#### Normal Asit-Baz Dengesi

İnsan vücudunda besinlerin metabolizması sonucunda her gün 15,000 mmol karbondioksit ve 50-100 meq nonvolatil asit açığa çıkar. Karbondioksit solunum sistemi ile, nonvolatil asitler renal sistem yoluyla vücuttan atılır. Asit-baz dengesi bikarbonat-karbondioksit buffer sistemi ile değerlendirilir:



Karbonik asit ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) konsantrasyonu oldukça düşük olduğundan göz ardı edilebilir. Diğer reaktanlar arasındaki ilişki Henderson-Hasselbalch denklemi ile ifade edilir:

$$\text{pH} = 6.10 + \log \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[0.03 \times \text{PaCO}_2]} \right)$$

#### Basit Asit-Baz Dengesi Bozuklukları

Normal asit-baz dengesi  $\text{CO}_2$  ile  $\text{HCO}_3^-$  arasındaki dengeye bağlıdır. Asidoz,  $\text{pH} < 7.35$  ile tanımlanır; Handersen-Hasselbalch denklemine göre, karbondioksitin artması ya

da bikarbonatın azalması ile ortaya çıkar. Alkaloz,  $\text{pH} > 7.45$  ile tanımlanır; karbondioksitin azalması ya da bikarbonatın artması ile ortaya çıkar. Basit asit-baz dengesi bozuklukları ve bu durumlarda pH'yı normal aralığa çekmek amacıyla ortaya çıkan kompensatuvar yanıtlar Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmiştir [2].

Basit asit-baz dengesi bozukluğunda meydana gelen kompensasyon değerleri Tablo 4'de belirtilmiştir.

Basit asit-baz dengesi bozukluğunda meydana gelen kompensasyon düzeyi, beklenen kompensasyon aralığının dışındaysa (beklenen değerden daha fazla ya da daha düşük), mikst asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

#### Mikst Asit-Baz Dengesi Bozuklukları

Mikst asit-baz dengesi bozuklukları Tablo 5'te belirtilmiştir.

#### Anyon Açığı (Anyon Gap-AG)

Anyon açığı (AG), ölçülen serum katyonları (pozitif yüklü partiküller) ile anyonları (negatif yüklü partiküller) arasındaki farkı ifade eder [2]. Günlük pratikte ölçülen katyon sodyum, anyonlar ise klor ve bikarbonattır.

**Tablo 2.** Basit asit-baz dengesi bozuklukları [2]

	pH.	H <sup>+</sup>	PaCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Normal	7.4	40 mEq/L	40mmHg	24 mEq/L
Respiratuvar Asidoz	↓	↑	↑	↑
Respiratuvar Alkaloz	↑	↓	↓	↓
Metabolik Asidoz	↓	↑	↓	↓
Metabolik Alkaloz	↑	↓	↑	↑

**Tablo 3.** Basit asit-baz dengesi bozuklukları kompensasyon mekanizmaları [2]

Asit-baz dengesi bozuklukları	Kompansasyon mekanizmaları
Respiratuvar Asidoz	Böbrek kompensasyonu
↓pH                      ↑ PaCO <sub>2</sub>	↑ pH                      ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Respiratuvar Alkaloz	Böbrek kompensasyonu
↑ pH                      ↓ PaCO <sub>2</sub>	↓pH                      ↓HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Metabolik Asidoz	Akciğer kompensasyonu
↓pH                      ↓HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↑ pH                      ↓ PaCO <sub>2</sub>
Metabolik Alkaloz	Akciğer kompensasyonu
↑ pH                      ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↓pH                      ↑ PaCO <sub>2</sub>

**Tablo 4.** Basit asit-baz dengesi bozuklukları kompensasyon mekanizmaları [2]

Asit-baz dengesi bozuklukları	Kompansasyon mekanizmaları
Metabolik Asidoz	↓ PaCO <sub>2</sub> = 1.2 X ↓HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Metabolik Alkaloz	↑ PaCO <sub>2</sub> = 0.6X ↑HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Respiratuvar Asidoz (akut)	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 0.1X ↑PaCO <sub>2</sub>
Respiratuvar Asidoz (kronik)	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 0.4X ↑PaCO <sub>2</sub>
Respiratuvar Alkaloz (akut)	↓HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 0.2X ↓PaCO <sub>2</sub>
Respiratuvar Alkaloz (kronik)	↓HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 0.4X ↓PaCO <sub>2</sub>

**Tablo 5.** Mikst asit-baz dengesi bozuklukları [8]

Asit-Baz Dengesi Bozukluğu	Adaptasyon (basit asit-baz dengesi bozukluğuna kıyasla)	pH
<b>Yetersiz Yanıtı Bağlı</b>		
Metabolik asidoz ve respiratuvar asidoz	PaCO <sub>2</sub> beklenenden daha fazla, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> beklenenden daha düşük	↓↓
Metabolik alkaloz ve respiratuvar alkaloz	PaCO <sub>2</sub> beklenenden daha düşük, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> beklenenden daha fazla	↑↑
<b>Beklenenden Fazla Yanıtı Bağlı</b>		
Metabolik asidoz ve respiratuvar alkaloz	PaCO <sub>2</sub> beklenenden daha düşük, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> beklenenden daha düşük	normal / hafif ↑ ya da ↓
Metabolik alkaloz ve respiratuvar asidoz	PaCO <sub>2</sub> beklenenden daha fazla, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> beklenenden daha fazla	normal / hafif ↑ /hafif ↓
<b>Üçlü Bozukluk</b>		
Metabolik alkaloz, metabolik alkaloz, ve respiratuvar asidoz ya da alkaloz	PaCO <sub>2</sub> ve HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> beklenenden fazla ya da düşük, ve anyon gap > 17 mEq/L	değişken

**Tablo 6.** Anyon gap'in yorumlanması [9]

↑ AG metabolik asidoz	Normal AG metabolik asidoz
Laktik asidoz	Diyare
Ketoasidoz	İzotonik salin infüzyonu
Son dönem böbrek yetmezliği	Böbrek yetmezliğinin erken evreleri
Metanol intoksikasyonu	Renal tübüler asidoz
Etilen glikol intoksikasyonu	Asetazolamid
Propil alkol intoksikasyonu	Üreteroenterostomi
Salisilat intoksikasyonu	

**AG = Na<sup>+</sup> -(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+Cl)**

Metabolik asidozun nonvolatil asitlerin (laktik asit, ketoasitler, vb.) birikmesine mi (artmış AG metabolik asidoz) yoksa bikarbonat kaybına bağlı olarak mı (normal AG ya da hiperkloremik metabolik asidoz) geliştiğini gösterir (Tablo 6) [9].

**Normal AG 12±4 mEq/L**'dir ve ölçülemeyen anyonların büyük çoğunluğunu albümin oluşturur. Daha doğru sonuçlar veren yeni otomasyon sistemlerinden elde edilen elektrolit ölçümleri göze alındığında normal AG=7±4 mEq/L'dir. Bu yeni referans aralığı yaygın olarak kullanılmaması AG'nin yanlış yorumlanmasına yol açabilir. Albümin düzeyi düşük olan hastalarda, AG albümin düzeyine göre değerlendirilmelidir [9].

**Beklenen AG = Hesaplanan AG+2.5X [4.5- albümin düzeyi (g/dL)] [8]**

**"Delta-Delta Gap" (ΔAG/ΔHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Yüksek AG metabolik asidozun varlığında ikinci bir metabolik asit-baz dengesi bozukluğunu ortaya çıkarmak için "delta-delta gap" hesaplanır. Bu durumda, AG'deki artış, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>'deki azalmayla kıyaslanır.

**ΔAG/ΔHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = (Hesaplanan AG-12) / (24-ölçülen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Yüksek AG metabolik asidozun varlığında, ΔAG/ΔHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> =1'dir. Eğer hiperkloremik asidoz da mevcutsa,

ΔAG/ΔHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> <1'dir. Eğer metabolik alkaloz da mevcutsa, ΔAG/ΔHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> >1'dir [9].

Görüldüğü gibi, asit-baz bozukluğunu ortaya çıkarabilmek için her hastada bakılması gereken 4 parametre vardır: pH, PaCO<sub>2</sub>, Plazma HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonu ve anyon açığı.

**Arter Kan Gazının Sistemik Yorumlanması [9]****1. Basamak: Primer asit-baz dengesi bozukluğunun bulunması**

**1.KURAL:** pH ya da PaCO<sub>2</sub> normal aralık dışındaysa, asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

**2.KURAL:** Hem pH, hem de PaCO<sub>2</sub> normal aralık dışında ise, değişme yönleri incelenerek primer asit-baz dengesi bozukluğu tespit edilir.

Örnek: pH=7.23, PaCO<sub>2</sub>=23 mmHg. pH asidotik, PaCO<sub>2</sub> normalden düşük. Primer metabolik asidoz mevcut.

**3.KURAL:** pH ya da PaCO<sub>2</sub>'den biri normalse, mikst asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur. Eğer pH normal ise, PaCO<sub>2</sub>'nin değişme yönü respiratuvar bozukluğu tanımlar; eğer PaCO<sub>2</sub> normal ise, pH'nin değişme yönü metabolik bozukluğu tanımlar.

Özetle, primer asit-baz dengesi bozukluklarında, genellikle kompensatuvar değişiklik pH'yı tamamen normalize edecek kadar kuvvetli değildir. Dolayısıyla, pH'nin normal olduğu bozukluklarda sıklıkla mikst asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

**2. Basamak: Beklenen yanıtın değerlendirilmesi**

Primer asit-baz dengesi bozukluğu tesbit edildiğinde, 4. ve 5. kural uygulanır. Eğer mikst bozukluk tesbit edilmişse, 2. basamak atlanarak 3.basamağa geçilir.

**4.KURAL:** Eğer primer metabolik asidoz ya da alkaloz tespit edilmişse, Tablo 4'den faydalanarak beklenen PaCO<sub>2</sub> hesaplanır. Eğer PaCO<sub>2</sub> beklenen aralıkta ise, tam kompensasyon söz konusudur, eğer beklenen değerden fazla ise eşlik eden respiratuvar asidoz mevcuttur. Eğer beklenen değerden az ise, eşlik eden respiratuvar alkaloz mevcuttur.

**Tablo 7.** Üçlü asit-baz dengesi bozukluğuna örnek [8]

Klinik durum	Kusma ↓	→	Hipovolemik şok ↓	→	Hiperventilasyon ↓
Asit-baz bozukluğu	Metabolik alkaloz		Metabolik asidoz		Respiratuvar Alkaloz
pH	7.53		7.35		7.46
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	44		30		20
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	36		16		14
AG (mEq/L)	12		33		35

**5.KURAL:** Eğer respiratuvar asidoz ya da alkaloz mevcut ise, Tablo 4 kullanılarak durumun akut, kısmi olarak kompanse edilmiş ya da tam kompanse edilmiş olup olmadığı tespit edilir. Respiratuvar asidozda, pH akut respiratuvar asidozda beklenen değer altındaysa, eşlik eden metabolik asidoz mevcuttur; eğer kronik respiratuvar asidozda beklenen değer üzerindeyse, eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur (Tablo 5). Respiratuvar alkalozda, pH akut respiratuvar alkalozda beklenen değer altındaysa, eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur; eğer kronik respiratuvar alkalozda beklenen değer üzerindeyse, eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur (Tablo 5).

### **3.Basamak: Metabolik asidozda anyon gap'in değerlendirilmesi**

Bu basamak, metabolik asidozu olan hastalarda metabolik asidozun tipini belirlemek için ve üçlü asit-baz dengesi bozukluklarının tanısı için gereklidir. Önce AG hesaplanır; AG artmış ise  $\Delta AG/\Delta HCO_3^-$  hesaplanarak normal AG metabolik asidoz ya da metabolik alkalozun eşlik edip etmediği tespit edilir.

Örnek: pH=7.46, PaCO<sub>2</sub>=20 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=14 mmol/L, AG=35 mEq/L.

pH artmış, PaCO<sub>2</sub> normalin altında olduğu için respiratuvar alkaloz mevcuttur. Beklenen  $\downarrow HCO_3^- = 0.2X\downarrow PaCO_2 = 0.2X20=4$ , beklenen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=24-4=20, beklenen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (20)>ölçülen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (14) olduğundan eşlik eden metabolik asidoz mevcuttur. AG artmış olduğu için AG pozitif metabolik asidoz söz konusudur. AG'deki artışın ( $\Delta AG=35-12=23$ ), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>'deki azalmaya ( $\Delta HCO_3^- = 24-14=20$ ) oranı ( $23/20 >1$ ) olduğundan eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur.

Sonuç: Respiratuvar alkaloz, yüksek AG metabolik asidoz ve metabolik alkaloz. Bu duruma yol açan klinik durumlar Tablo 7'de gösterilmiştir [8].

Özet olarak; Arter kan gazı yorumlanmasında sistematik olarak [3]:

- 1) Oksijenizasyonu değerlendirmek için PaO<sub>2</sub> incelenir
- 2) Ventilasyonu değerlendirmek için PaCO<sub>2</sub> incelenir
- 3) Gaz alışverişini değerlendirmek için P(A-a)O<sub>2</sub> hesaplanır
- 4) Asit-baz dengesi incelenir:
  - a. Genel değerlendirme için pH'ya bakılır
  - b. PaCO<sub>2</sub> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> incelenerek respiratuvar ve metabolik durum saptanır
  - c. Primer asit-baz bozukluğunun ayırıcı tanısı yapılır
  - d. Kompansasyon olup olmadığı değerlendirilir
  - e. Asit-baz bozukluğunun akut-kronik, basit veya mikst özelliği belirlenir.

### **KAYNAKLAR**

1. Karalezli A. Arter Kan Gazları, Derleme. Turkish Medical Journal 2007; 1: 44-50.
2. Ögüş C. Arter Kan Gazları. Solunum Sistemi Hastalıkları. Ed. Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A. İstanbul Tıp Kitabevi, 2010; 475-89.
3. Acıcan T. Arter Kan Gazları. Yoğun Bakım Dergisi, 2003; 3: 160-75.
4. Müsellim B. Arter kan gazları. Editör. Yıldırım N. Akciğer Fonksiyon Testleri. Fizyolojiden klinik uygulamaya. İstanbul:Turgut Yayıncılık; 2004; 209-21.
5. Hlastala MP, Swenson ER, Klocke RA. Blood gas transport. In:Fishman AP (ed). Fishman's Pulmonary Disease and Disorders. 3 rd ed. New York: McGraw-Hill Company, 2008; 201-6.
6. Effros RM, Widell JL. Acid base balance. In Murray JF, Nadel JA, eds. Textbook of Respiratory Medicine. 3 rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2000; 155-78.
7. Yıldırım N, Umut S. Solunum Fizyolojisi ve Solunum Fonksiyon Testleri. Göğüs Hastalıkları. Ed Müzeyyen Erk. İstanbul: İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, 2001; 53-117.
8. Kaehny WD. Pathogenesis and management of respiratory and mixed acid-base disorders. Renal and Electrolyte Disorders, 5. Baskı. Philadelphia: Lippincott & Raven, 1997; 172-91.
9. Marino PL.The ICU Book, 3. Baskı.Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007; 531-45.

# Nebülize Bronkodilatör Tedavi Prensipleri, SUT Endikasyonları

Dilek Saka<sup>1</sup>, Füsun Yıldız<sup>2</sup>, Berna Dursun<sup>3</sup>, Bilun Gemicioğlu<sup>4</sup>, Fuat Kalyoncu<sup>5</sup>, Dilşad Mungan<sup>6</sup>, Arzu Yorgancıoğlu<sup>7</sup>, İpek Kıvılcım Oğuzülgen<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara Türkiye

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Umuttepe, Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup>Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Alerji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>4</sup>İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>5</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Alerji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>6</sup>Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Alerji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>7</sup>Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye

<sup>8</sup>Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Nebülize bronkodilatör tedavi, astım atağı, KOAH alevlenmesi gibi uzun süreli bronkodilatör tedavi gerektiren hava yolu obstrüksiyonlarında uygulanır.

Nebülizatörler, sıvı bir ilacı buhara veya bir süspansiyonu çok küçük damlacıklara dönüştürebilir ve ilaç, bronşyollere hatta alveollere dek ulaştırılabilir. Nebülizasyon tedavisi sıklıkla akciğerlere büyük dozlarda aerosol preparatı iletmek amacıyla kullanılır.

İngiliz Toraks Derneği Nebülizatör Tedavisi Grubu'nun stabil KOAH'ta hasta seçim ölçütleri şu şekilde özetlenebilir:

KOAH tanısı bir göğüs hastalıkları uzmanı tarafından doğrulanmalı, diğer tedavi seçenekleri ve özellikle hastanın el tipi inhalerleri kullanma becerisi değerlendirilmelidir. En iyi kullanabildiği inhaler tipi ve ara parça seçilmelidir.

Hastanın sabah ve akşam bazal doruk akım hızları ölçüldükten sonra standart el tipi inhalerlerle tedaviye başlanmalıdır. Öncelikle tek ilaçla, 5-7 günde yeterli yanıt alınamazsa kombine ilaç tedavisi verilmelidir.

Eğer daha önceden geç reversibilite testi yapılmamışsa hastanın 2 hafta süre ile 40 mg prednizolon/gün veya eşdeğeri kortikosteroid vereceği yanıt değerlendirilmelidir.

El tipi inhaler ile yüksek doz bronkodilatör tedavi denenmelidir. Örneğin günde 4 kez 160 µg ipratropium bromür ve 400 µg salbutamol veya 1000 µg terbutalin verilmelidir.

Bu tedaviye yeterli yanıt alınamayan hastalarda reçete edilecek evde nebülizatör tedavisinde kullanılan alışılmış bronkodilatör ilaç dozu 6 saatte bir 0.25-0,5 mg ipratropium bromür ve/veya 6 saatte bir 2,5-5 mg salbutamol veya 5-10 mg terbutalindir.

Onbeş gün yüksek doz kombine inhaler tedavisine yanıt vermeyen ve evde nebülizatör tedavisi gereken az sayıdaki hasta 2 hafta çok dikkatli bir şekilde izlenmelidir.

Tek bir reversibilite testi evde nebülizatör tedavisi verilecek hastaları belirlemek için yetersizdir. Hangi hasta-

nın evde nebülizatör tedavisinden yararlanabileceğini göstermeyebilir.

Evde nebülizatör tedavisini hekim ve hasta birlikte değerlendirmelidir. Nebülizatör tedavisi sıklıkla ciddi, kronik ve büyük oranda irreversibl hava yolu darlığı olan hastalarda semptomları gidermek amacıyla reçetelenmektedir. Bu grup hastada tedavinin yararının fizyolojik mi yoksa semptomatik mi olduğunu belirlemek zordur.

Kronik ağır astım, yaşlı astımı veya "brittle" astımda (ciddi astım) evde nebülizatör tedavisi gerekebilir. Amerikan Toraks Derneği (ATS), Avrupa Solunum Derneği (ERS) ve özellikle İngiliz Toraks Derneği (BTS) Nebülizatör Tedavisi Grubu'nun önerileri doğrultusunda nebülizatör tedavisi ancak şu durumlarda düşünülebilir:

Astım tanısı gözden geçirilmeli ve bir göğüs hastalıkları uzmanı veya merkezince doğrulanmalıdır.

Reversibilite testinde FEV<sub>1</sub>'de en az 200 ml veya doruk akım hızında 60ml'lik artış olmalıdır.

Hastanın en iyi kullanabileceği Kuru Toz İnhaler (KTI) veya Ölçülü Doz İnhaler (ÖDi)+spacer seçilmeli ve kullanım şekli ısrarla öğretilmelidir. Bu kullanımı sağlanamıyorsa (3 yaş altı ve 60 yaş üstü gibi) sürekli tedavi olarak seçilebilir.

Ataklarda ve sık atak geçirenlerde evde en az 2 hafta süreyle 6 saatte bir 4-6 puf bronkodilatörler ile uygulama yapılabilir.

Hastanın yüksek doz antiinflamatuvar inhale steroidleri düzenli olarak kullandığından emin olunmalıdır.

Inhalerlerle kontrol edilemeyen 4. ve 5. basamak kronik astımda, kuru toz veya ölçülü doz inhalerlerle kooperasyon sağlanamayan astımda, sık atak geçirenlerde (ayda 1-2) ve "brittle" astımda evde nebülizatör tedavisi gerekebilir. Inhalerlerle uygulanan standart doz bronkodilatör ve kortikosteroidlere yanıt vermeyen bu hastalarda nebülizatörle yüksek dozda verilen bronkodilatörler ciddi hava yolu obstrüksiyonunu giderebilir.

Bugün klinik uygulamada jet ve ultrasonik nebülizatörler olmak üzere iki tip nebülizatör kullanılmaktadır.

Jet nebülizatörler, genellikle kompresör tarafından üretilen itici bir gaz (hava veya oksijen) akımıyla etki eder ve içinde aerosol şekilde ilaç bulunan bir odacık ve dar bir tüpten oluşmaktadır. Kompresör tarafından üretilen basınçlı havanın odacık içine girdiği dar giriş noktasında hava akımı hızlanarak 'jet akım' halini alır. Jet akım, bu noktada çevredeki atmosfer basıncına göre daha negatif olan statik bir basınç oluşturur ve bir ucu hava akımının önüne açılan, diğer ucu terapötik solüsyonun içinde bulunan ince tüpten solüsyon negatif basıncın etkisiyle hava akımının içine doğru emilir. Gelen sıvı, hızlı hava akımının etkisiyle küçük partiküllere ayrılır. Bu atomizasyonla oluşan sıvı partiküllerinin çapı (15-500 mikron) henüz alt solunum yollarına ulaşacak boyutta değildir. Sıvı parçacıkları önlerinde bulunan bir engele ("baffle") çarptığı zaman inhale edilebilecek küçük partiküllere bölünür ki buna aerosolizasyon denir.

Ultrasonik nebülizatörler, bir aerosol içeren kendinden elektrikli cihazlardır ve içindeki sıvıyı titreştirerek küçük partiküllere ayırır. İçi su dolu bir kabın alt kısmına yerleştirilmiş piezoelektrik kristalin vibrasyonu ile yüksek frekanslı (0,8-3 MHz) ultrasonik dalgalar oluşur. Frekans arttıkça partikül çapı küçülmektedir. Frekans 5 MHz'den fazla olduğunda sıvı ısınabilir ve ilacı olumsuz etkileyebilir. Kabın üst kısmında suyla temas halinde bulunan taşıyıcı içindeki terapötik solüsyonda ultrasonik dalgaların etkisiyle türbülans oluşur, bu da sıvının yüzeyinde 0.3 mikron ile 10 mikron arası sıvı taneciklerini oluşturur. Buraya dolan hava akımı, bu sıvı taneciklerini aerosol şeklinde dışarı taşır.

Ultrasonik nebülizatörlerin en önemli avantajları, sessiz çalışmaları ve kısa sürede fazla miktarda sıvıyı nebülize edebilmeleridir. 20-30 mL sıvıyı 5-10 dakika gibi kısa sürede nebülize edebilir. En önemli dezavantajları ise, pahalı ve zor taşınabilir olmalarıdır.

#### **İdeal bir nebülizasyon sisteminin özellikleri:**

Yüksek ilaç çıkışı olmalı, nebülizasyon zamanı kısa olmalı, solunabilir partikül oranı fazla olmalı, sağlam olmalı, kolay dağılıp toparlanabilir olmalı, kolay temizlenebilir olmalı, taşınabilir olmalı, ucuz olmalı, tamamen hasta tarafından kontrol edilebilmelidir.

#### **SOSYAL GÜVENLİK KURUMU SAĞLIK UYGULAMA TEBLİĞİNDE NEBÜLİZATÖR CİHAZI ÖDEME KOŞULLARI ŞU ŞEKİLDEDİR:**

1. Nebulizatör cihazı verilmesine ilişkin sağlık kurulu raporlarının,

a) Erişkin hastalar için; Göğüs Hastalıkları veya Alerji Hastalıkları uzmanlarından en az birinin yer aldığı sağlık kurulu tarafından düzenlenmesi gerekmektedir.

b) Çocuk hastalar için; Çocuk Alerjisi uzmanı veya Çocuk Göğüs Hastalıkları uzmanı, bu uzman hekimlerin bulunmadığı sağlık kurumlarında çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanlarından, en az birinin yer aldığı sağlık kurulları tarafından düzenlenmesi gerekmektedir.

2. Sağlık kurulu raporu ekinde solunum fonksiyon testi (SFT) ve arteriyel kan gazı (AKG) sonuçlarını gösterir belge eklenecektir.

3. Kompresör tipi nebülizatör bedelleri kurumca karşılanacak olup ultrasonik nebulizerler bedelleri karşılanmaz.

4. Erişkin hastalarda cihazın verilmesine ilişkin olarak; İnhaler preparatları ve inhaler preparatların kullanılmasına yardımcı aletleri (airchamber, spacer v.b.) kullanmadığı sağlık kurulu raporu ile belgelenen,

a) Stabil kronik akciğer hastalığı olanlarda;  $FEV_1 \leq 40$  ise AKG değerlerine bakılmaksızın,

b) Persistan astımlı hastalarda;  $FEV_1$  veya  $PEFR \leq \%60$  veya  $FEV_1$  veya  $PEFR \% 60-80$  arasında olup günlük  $PEFR$  veya  $FEV_1$  değişkenliği  $\%30$ 'un üzerinde,

c) Bronşektazi tanısı ile birlikte kalıcı hava yolu obstrüksiyonu olan hastalarda; Stabil dönemde  $FEV_1 \leq 40$ ; olduğu sağlık kurulu raporunda belirtilmesi ve dayanağı belgelerin rapor ekinde yer alması koşuluyla nebülizatör cihazı bedelleri kurumca ödenir.

5. Çocuk hastalarda cihazın verilmesine ilişkin olarak;

a) Persistan astımlı hastalarda;  $FEV_1$  veya  $PEFR \leq \%60$  olan veya  $FEV_1$  veya  $PEFR \% 60-80$  arasında olup günlük  $PEFR$  veya  $FEV_1$  değişkenliği  $\%30$ 'un üzerinde olması veya

b) 14 yaşın üstündeki hastalarda;  $FEV_1$  veya  $PEFR \leq 40$  olması veya

c) 6 yaşın altındaki hastalar ve 6 yaşın üstünde olup ek sorunu (örneğin nörolojik bir sorun) nedeniyle solunum fonksiyon testi yapılamayanlar hastalarda bu durum sağlık kurulu raporunda belirtilmesi; koşuluyla nebülizatör cihazı bedelleri kurumca ödenir.

6. Solunum fonksiyon testi yapamayan ve Kronik Akciğer Hastalığı tanısı almış çocuklarda, bronkopulmoner displazi, bronşiolitis obliterans tanılı hastalarda, interkostal adaleleri çalışmayan veya mental retarde ( $IQ \leq 40$ ) olan nörolojik sorunlu hastalarda  $PaO_2 \leq 55$  mmHg veya  $SaO_2 \leq 88$  olması halinde bu durumun sağlık kurulu raporunda belirtilmesi gerekmektedir.

#### **KAYNAKLAR**

1. Erdinç E. Evde nebülizatör tedavisi kime? Nasıl? Toraks Dergisi 2002; 3: 21-5.
2. Muers FM, Corris PA. Nebulizer therapy Guidelines British Thoracic Society Nebulizer Project Group. Thorax 1997; 52 suppl 2: 4-24
3. Erdinç M. Nebülizatör ile tedavide etkinliği belirleyen faktörler. Toraks Dergisi 2002; 3: 14-20.
4. Mason N, Roberts N, Yard N, Partridge MR. Nebulizers or spacers for the administration of bronchodilators to those with asthma attending emergency departments? Respir Med 2008; 102: 993-8.
5. Cates CJ, Crilly JA, Rowe BH. Holding chambers (spacers) versus nebulisers for beta-agonist treatment of acute asthma. Cochrane Database Syst Rev 2006; 19: CD000052.
6. T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu. 6.1.2011 tarihli Revizyon İşlenmiş Güncel Sağlık Uygulama Tebliği, sf 87-88.

# Oksijen Tedavisi

Şermin Börekçi, Sema Umut

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı. İstanbul, Türkiye

## İçerik

- 1. Oksijen Tedavisi ve Endikasyonları**
  - a. Kısa Süreli Oksijen Tedavisi - Endikasyonlar**
  - b. Uzun Süreli Oksijen Tedavisi - Endikasyonlar**
- 2. Oksijen Sistemleri**
  - a. Basınçlı gaz silindirleri (Oksijen tüpleri)**
  - b. Sıvı Oksijen Sistemleri (Likit Oksijen Sistemleri)**
  - c. Oksijen Konsantratörleri**
- 3. Oksijen Verme Yöntemleri**
  - A. Düşük akımlı oksijen verme cihazları**
    - a. Nazal kanül
    - b. Nazal yada orofarengeal kateter
    - c. Basit oksijen maskesi
    - d. Rezervuarlı yüz maskeleri (Parsiyel rebreathing/ kısmi geri solunumlu maske, nonbreathing/geri solunumsuz maske)
    - e. Transtrakeal kateter
    - f. Orantılı gaz dağıtım maskesi (sequential gas delivery mask)
  - B. Yüksek akımlı oksijen verme cihazları**
    - a. Venturi maskesi
    - b. Hava-oksijen karıştırıcıları
- 4. Oksijen Tedavisinin İstenmeyen Etkileri**

### 1. Oksijen Tedavisi ve Endikasyonları

Oksijen renksiz, ışığı geçiren, tatsız, kokusuz bir gazdır ve yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır. Oksijen tedavisi, hastaya oda havasında bulunan oksijen miktarından daha yüksek konsantrasyonda oksijen uygulanması olarak tanımlanabilir. Onsekizinci yüzyılın sonlarından itibaren birçok farklı hastalıkta inhale oksijen tedavisi kullanılmaya başlanmıştır [1]. Hipoksemi; arteryel kandaki parsiyel oksijen basıncının 80mmHg'nın altına düşmesi, hipoksi ise; hücre fonksiyonu için yeterli oksijenin sağlanamamasıdır. Hipoksemimin önlenmesi ve tedavisi oksijen tedavisinin en sık endikasyonu olmasına rağmen temel amaç doku hipoksisinin düzeltilmesidir. Tüm tedavi yöntemleri gibi, oksijen tedavisi endikasyonunun, uygun hastaya doğru olarak koyulması, sağlayacağı yararlar, getireceği ekonomik maliyet ve olası oksijen toksisite riski gibi nedenlerle çok önemlidir. Oksijen tedavisi endikasyonları: Kısa süreli (Akut) ve uzun süreli oksijen tedavisi olmak üzere iki alt başlıkta incelenebilir [2].

**1.a. Kısa Süreli (Akut) Oksijen Tedavisi:** Ani gelişen hipoksemi ve /veya hipoksi ile birlikte olan durumlarda, altta yatan neden kontrol altına alınıncaya kadar geçici oksijen tedavisine ihtiyaç duyulabilir. Kısa süreli oksijen tedavisi endikasyonları Tablo 1'de özetlenmiştir [1, 3-5].

Normal, orta yaşlı bir erişkinde oksijen destek tedavisi için PaO<sub>2</sub>'de sınır değer 60 mmHg olarak kabul edilir. Oksijen tedavisinde amaç PaO<sub>2</sub>'yi 60 mmHg'nın ve satürasyonu %90'ın üzerinde tutmaktır. Farklı klinik durumlarda hedef PaO<sub>2</sub> değeri artırılıp veya azaltılabilir.

**1.b. Uzun Süreli (Kronik) Oksijen Tedavisi:** Uzun süreli Oksijen tedavisi (USOT), kronik hipoksemi ile seyreden kronik solunum yetmezliği bulunan hastalarda düşünülmesi gereken bir tedavi yöntemidir. Oksijen tedavisi ile hipoksemi düzeltilerek hipoksemimin yol açacağı sorunlar engellenebilmektedir. KOAH'lı hastalar USOT uygulanan en büyük grubu oluşturmaktadır ve USOT'un etkilerinin çoğu bu hasta grubunu içeren çalışmalardan elde edilmiştir. KOAH'lı hastalarda oksijen tedavisi ile yapılan ilk çalışmalarda 4-8 hafta süre ile uygulanan sürekli oksijen tedavisinin egzersiz toleransında düzelmeye, hematokrit düzeylerinde ve pulmoner arter basıncında azalmaya neden olduğu gösterilmiştir [1]. 1980'lerde yapılan NOTT (Nocturnal Oxygen Therapy Trial) ve BMRC (British Medical Research Council Domiciliary) çalışmalarında, USOT (>15 saat/gün) alan hastalarda almayanlara göre sağkalım süresinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır [6, 7]. Oksijen tedavisinin, hemodinamik parametrelere olan olumlu etkisinin yaşam süresini uzatıcı düşünülmemektedir.

**Tablo 1.** Kısa Süreli (Akut) Oksijen Tedavisi Endikasyonları

#### Kabul Edilmiş Endikasyonlar

- Akut Hipoksemi (PaO<sub>2</sub><60 mmHg, SaO<sub>2</sub><%90)
- Kardiyak ve solunum arrest
- Hipotansiyon (sistolik kan basıncı<100 mmHg)
- Düşük kardiyak output ve metabolik asidoz (bikarbonat <18mmol/L)
- Respiratuar distres (solunum hızı>24/dk)

#### Kesin Olmayan Endikasyonlar

- Komplike olmayan miyokard infarktüsü
- Hipoksemi olmaksızın dispne
- Orak hücre krizi
- Angina



USOT; Polisitemiyi düzeltir, pulmoner arter basıncını düşürür, sağ ve sol ventrikül fonksiyonunu düzeltir, KOAH'lı hipoksemik hastalarda özellikle uykuda görülen ve hayatı tehdit edebilecek tehlikeli aritmilere neden olabilen ağır desatürasyon periyodlarını azaltır, dispneyi azaltır, kas fonksiyonları düzelir, nöropsikiyatrik fonksiyonlar düzelir, egzersiz toleransı artar, hastaneye yatma gereksinimi azalır. Pulmoner rehabilitasyon programıyla birlikte uygulandığında KOAH'lı hastalarda yaşam kalitesini artırmaktadır. USOT kararı 4-6 hafta optimal medikal tedavi sonrası değerlendirilerek verilmelidir [8]. Hipoksemi sadece oksimetreyle değil, mutlaka arter kan gazı incelemesiyle saptanmalıdır. Arter kan gazı istirahat halinde en az 30 dakika oda havası solunduktan sonra alınmalıdır. Tedavide amaç  $PaO_2$ 'yi 60 mmHg'nın ve satürasyonu %90'ın üzerine çıkarmaktır, bu değerleri sağlayan en düşük oksijen akım hızı belirlenmelidir. USOT pahalı ve zor bir tedavi olup, sadece yarar görecektir olgulara uygulanmalıdır. Hasta seçiminde Tablo 2'deki kriterler geçerlidir [8]. Uzun süreli oksijen tedavisi öneren hekimler, sağlık kuruluşları, masrafı ödeyecek olan kurumlar bu kriterlere uymalıdır.

USOT kriterlerine uysa da sigara içmeye devam eden hastalara evde oksijen tedavisi yanık ve yangın riskleri nedeniyle önerilmemektedir. Uygulanan oksijen akımı yılda en az bir kez yeniden değerlendirilmelidir.

Oksijen, farklı sistemlerle, üç formda; 1-Sıkıştırılmış gaz (sıkıştırılmış gaz silindirleri/oksijen tüpleri), 2-Sıvı (sıvı oksijen sistemleri), 3-Konsantrasyon (oksijen konsantratorleri), elde edilerek, düşük veya yüksek akımlı cihazlar aracılığıyla hastaya uygulanır.

## 2. Oksijen Sistemleri

### 2.a. Sıkıştırılmış gaz silindirleri (Oksijen Tüpleri)

Oksijen tüpleri; Türkiye Standartlar Enstitüsü'nün (TSE) 1964-1/T1 nolu standardına göre, çelikten yapılmış, taşınabilir, su kapasitesi 0.5 litreden 150 litreye kadar değişebilen, dikişsiz gaz tüpleridir [9]. Oksijen basıncı altında çelikten yapılmış tüplerin içerisine doldurulur. Bu tüpler kullanıldıkları yere göre çeşitli büyüklükte dirler. Şuan piyasada 2, 3, 5, 10, 20, 40 ve 50 litrelik oksijen tüpleri bulunmaktadır (Şekil 1). Oksijen tüpü ile birlikte, tüpün içindeki yüksek basıncı düzenleyen göstergeli basıncı düzenleyici, hastaya verilen akımın ayarlanmasını sağlayan akım ölçer ve tüpten kuru olarak gelen oksijeni nemlendiren nemlendirici gereklidir (Şekil 2). Kullanım

miktarı ve tüpün büyüklüğüne göre değişmekle birlikte genellikle 3 saat ile 2-3 gün (2L/dk akım hızı ile) içerisinde biterler. Oksijen tüpleri, maliyet, kullanım ve bakım koşulları açısından evde USOT için çok uygun değildir [1].



Şekil 1. Oksijen Tüpleri



Şekil 2. Oksijen tüpü, basıncı düzenleyici, akım ölçer ve nemlendirici

**Tablo 2.** Uzun Süreli Oksijen Tedavisi Endikasyonları [8]

- Hiperkapnik olsun ya da olmasın  $PaO_2 < 55$  mmHg veya  $SaO_2 < \%88$  olması
- $PaO_2 < 55-60$  mmHg ve/veya  $SaO_2 < \%89$  ancak aşağıdaki durumlardan biri varlığında;
  - Pulmoner hipertansiyon
  - Polisitemi (hematokrit  $>\%55$ )
  - Periferik ödem
  - Kalp yetersizliği
- Sadece efor ya da uyku sırasında desatürasyon ( $PaO_2 < 55$  mmHg) gelişen hastalarda da, bu koşullarda kullanılmak üzere oksijen tedavisi endikasyonu vardır. Oksijen tedavisine rağmen nokturnal desatürasyon varsa, nazal sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) veya "bi-level" pozitif hava yolu basıncı (BiPAP) tedavileri de düşünülebilir

## 2.b. Sıvı Oksijen Sistemleri (Likit Oksijen Sistemleri)

Sıvılaştırılmış oksijen sistemleri; Oksijenin sıvı halde depolandığı ana tank (Şekil 3) ve ana tanktan sıvı oksijen doldurulabilen taşınabilir üniteden oluşur (Şekil 4).



Şekil 3. Sıvı/likit Oksijen Sistemi-Ana Tank



Şekil 4. Sıvı/likit Oksijen Sistemi-Taşınabilir Ünite



Şekil 5. Oksijen Konsantratörü

Taşıma açısından pratik olması, hastaya gündelik yaşantısında hareket özgürlüğü sağlaması, ana tankın pil ya da elektrik gibi güç kaynağına ihtiyaç duymaması en önemli avantajları iken, pahalı olması, buharlaşma ile oksijen kaybı olması, doldurmak için özel sistemler gerektirmesi, etkin servis bakımı gerekliliği dezavantajlarıdır.

### 2.c. Oksijen Konsantratörleri

Konsantratörler, elektrik enerjisi ile çalışan, oda havasından nitrojeni ayırıp oksijeni konsantre ederek hastaya veren cihazlardır (Şekil 5).

Oksijen akım hızı arttıkça oksijen konsantratörlerinin etkinliği azalır. Bu nedenle 4 L/dk oksijen akım hızından daha çok oksijen ihtiyacı olan ağır hipoksemik hastalara önerilmez.

Oksijen sistemlerinin avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmalı olarak Tablo 3'te belirtilmiştir [10].

### 3. Oksijen Verme Yöntemleri

Çeşitli sistemlerle (oksijen tüpü, sıvı oksijen sistemleri, oksijen konsantratörü) elde edilen oksijen hastaya düşük veya yüksek akımla verilebilir.

**3.A. Düşük akımlı oksijen verme cihazları:** Bu sistemlerde, hastanın dakika ventilasyonunun bir kısmı saf oksijen olarak karşılanırken, kalan kısmı oda havasından tamamlanır. Tidal volümdeki küçük değişiklikler, alınan oda havası miktarında da değişikliklere neden olduğundan bu cihazlarla sabit oksijen konsantrasyonu sağlanamayabilir. Bu nedenle sabit  $FiO_2$  ihtiyacı bulunan hastalarda düşük akımlı oksijen verme cihazları dikkatli kullanılmalıdır. Bu cihazlar;

**3.A.a. Nazal kanül:** Hastanın burun deliklerine yerleştirilen, iki açık ucu bulunan plastik, kauçuk gibi maddelerden yapılmış ince hortum sistemidir (Şekil 6).

Hastanelerde ve evlerde en sık kullanılan sistemdir. Hafif olması, yeme içme, konuşma ve öksürmeyi engellemesi nedeniyle hastalar tarafından kolay tolere edilir, ucuzdur.

Verilen oksijen miktarı, sabit değildir; dakika ventilasyonu, solunum hızı ve tipi, üst solunum yolları anatomisine göre değişkenlik gösterir [1]. Oksijen akımındaki her bir litrelik artışın solunan oksijen fraksiyonunu ( $FiO_2$ 'yi) %4 oranında artırdığı kabul edilir.  $FiO_2$  kabaca şu formülle



Şekil 6. Nazal kanül

**Tablo 3.** Oksijen sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılması

	Avantaj	Dezavantaj
<b>Sıkıştırılmış gaz silindirleri (Oksijen Tüpleri)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yaygın ve kolay temin edilebilme</li> <li>iyi kalitede O<sub>2</sub> sağlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hantal ve ağır</li> <li>taşıması ve dolumu güç</li> <li>uzun dönemde maliyeti yüksek</li> </ul>
<b>Sıvı Oksijen Sistemleri (Likit Oksijen Sistemleri)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hafif</li> <li>dolumu kolay</li> <li>dolum tanklarının depolama kapasitesi yüksek</li> <li>günlük yaşamda hareket özgürlüğü</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>buharlaşma ile oksijen kaybı</li> <li>bakım ve yetkili servis ihtiyacı</li> <li>maliyeti yüksek</li> </ul>
<b>Oksijen Konsantratörleri</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kullanımı kolay</li> <li>teknik servise sık başvuru ihtiyacı yok (oksijen tüplerinin ve dolum tanklarının sık doldurulması gibi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ağır</li> <li>yüksek akımlı oksijen ihtiyacında etkinliği düşük</li> <li>taşıması zor</li> <li>gürültülü</li> <li>elektrik enerjisine ihtiyaç olması</li> </ul>

hesaplanabilir:  $FiO_2 = \%20 + (4 \times O_2 \text{ akımı L/dk})$ . Nazal kanüller düşük akımlı oksijeni nazofarinkse 1-6 L/dk arası akımla verebilirler ve karşılık olarak  $FiO_2$  0.24-0.44 arasında değişir. Daha yüksek akımlar  $FiO_2$ 'yi %44'ten fazla artırmaz ve müköz membranlarda kuruma ile sonuçlanabilir.

Uzun süreli tedavide oksijen tasarrufu sağlaması amacıyla ekspirasyon sırasında oksijenin dışarı kaçmasını engelleyen çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Rezervuarlı nazal kanüle (Şekil 7), ekspirasyon sırasında 20 ml ekstra oksijeni depolayan bir kese bulunur Oksijeni hasta soluk verirken depolar ve inspirasyon başlangıcında hastaya bolus şeklinde verir [11].

**3.A.b. Nazal yada orofarengal kateter:** Burun girişinden orofarenkse kadar itilen distal kısmında birkaç çıkış deliği olan plastik kateterlerdir (Şekil 8).

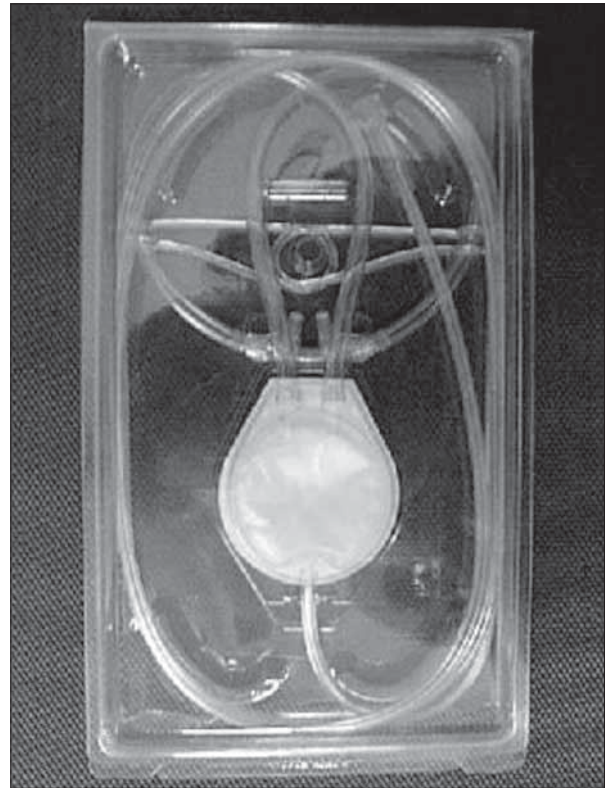
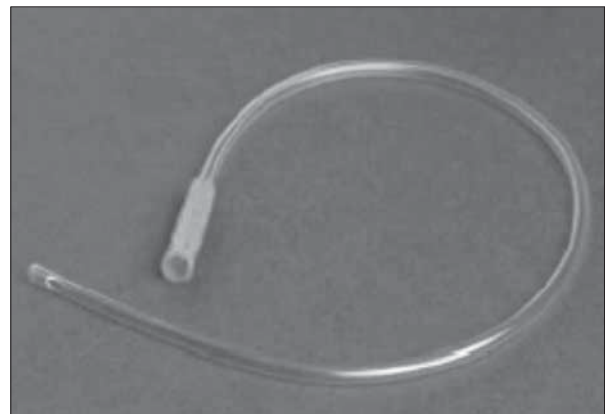
İtilme mesafesi burun kanadı ile kulak memesi arasındaki mesafe kadardır. Her 8 saatte bir yenisi ile değiştirilmeli ve iki nazal pasaj dönüşümlü olarak kullanılmalıdır. Epiglot refleksi yeterli değilse bu yolla verilen oksijen akımı, özefagusu yönelerek mide distansiyonuna neden olabilir.

**3.A.c. Basit oksijen maskesi:** Burun ve ağzı kapatan %50-60'a kadar oksijen konsantrasyonları verebilen maskelerdir (Şekil 9).

Nazal kanül kullanımında olduğu gibi, solunan oksijenin bir kısmı oda havasından sağlandığından,  $FiO_2$  sabit değildir ve dakika ventilasyonundaki değişiklikler ile  $FiO_2$  değişir. Basit yüz maskeleri ile oksijen tedavisi sırasında, maske içerisinde CO<sub>2</sub> birikimini önlemek için oksijen akımı en az 4-6 L/dk olmalıdır. Maskeler yeme, içme ve ekspektoryona engel olabilirler, uyku sırasında yerinden çıkabilirler, bu konularda dikkatli olunmalıdır.

**3.A.d. Rezervuarlı yüz maskeleri (Parsiyel rebreathing/kısmi geri solunumlu maske, nonrebreathing/geri solunumsuz maske):** Trakeostomi, endotraheal tüp gibi yapay solunum yolu olmayan hastalarda 0.6 (%60) 'ın üzerinde  $FiO_2$  gerektiğinde yüz maskesine bir rezervuar (600-1000cc) eklenerek  $FiO_2$  düzeyleri artırılabilir (Şekil 10). Rezervuarda yeterli distansiyonun sağlanması ve CO<sub>2</sub>'nin maskeden eliminasyonu için 5-8 L/dk'lık akım hızı ile oksijen uygulanması gereklidir.

Rezervuarda inspirasyon gazını, ekspirasyon gazından ayıran tek yönlü bir kapak yoksa cihaz parsiyel rebreat-

**Şekil 7.** Rezervuarlı nazal kanül**Şekil 8.** Nazal kateter

hing/kısmi geri solunumlu maske olarak adlandırılır, hastanın ekspirasyon havasının bir kısmını tekrar inhale etmesine izin verir, %80-85 konsantrasyonda oksijen uygulanabilir. Oda havasının solunmasını engelleyen sadece rezervuardan solunuma izin veren tek yönlü bir kapak varlığında, nonbreathing/geri solunumsuz maske olarak adlandırılır. Maske hastanın yüzüne sıkıca yerleştirildiğinde hastaya %100'e ulaşan  $FiO_2$  değerleri verilebilir [1].

**3.A.e. Transtrakeal katater:** Çeşitli nedenlerle nazal kanül veya maske uygulanamayan hastalara ince perkütan kataterlerle (Şekil 11), ikinci ve üçüncü trakea aralığından içeri girilerek oksijen tedavisi uygulanabilir.

Transtrakeal katater üst solunum yollarının ölü boşluğunu bypass ederek oksijen dağılımını artırır. Üst solunum yollarını ve trakeayı ekspiryum sonunda bir oksijen rezervuarı olarak kullanır. Avantajları; toplam oksijen tüketimini azaltması, oksijen akımına bağlı nazal veya yüz irritasyonunun olmaması, uyku sırasında yer değiştirme riskinin az olması, kozmetik sorunu ortadan kaldırmalarıdır. Dezavantajları ise; invaziv bir işlem olmasına bağlı artmış enfeksiyon riski, kataterin kırılması, cilt altı amfizem oluşması ve mukus tıkaç ile kataterin tıkanmasıdır. 4 L/dk lık oksijen akımı sıklıkla yeterli oksijenizasyonu sağlamak için yeterlidir [12].

**3.A.f. Orantılı gaz dağıtım maskesi (sequential gas delivery mask):** Yüksek konsantrasyonda oksijen alması gereken hastalarda kullanılmak için tasarlanmış yeni bir cihazdır. Bir valv ile birbirinden ayrılmış inspiratuar ve ekspiratuar bölümleri bulunan aparatın, nazal maskeye eklenmesi ile oluşturulmuştur (Şekil 12).

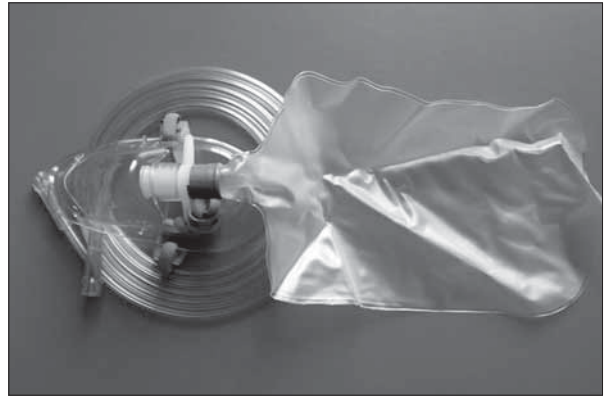
Ekspiryum sırasında valvin kapanması ile ekspire edilen gaz tamamen dışarı atılırken, inspiratuar bölümündeki rezervuara oksijen dolar ve hasta nefes aldığı an, inspiratuar rezervuardaki oksijeni direkt solur [12]. Hastanın ilk olarak saf oksijeni solumasının ve alt solunum yollarına ulaşan ilk havanın saf oksijen olmasının, oksijen dağılımını düzelttiği görüşüne dayanır [12]. Nonbreathing maske ve venturi maskesine göre, 8 l/dk oksijen akım hızında daha yüksek  $FiO_2$  değerlerine ulaşılabilirdiği bildirilmiştir [13]. Henüz Türkiye'de satışa sunulmamıştır.

Tablo 4'de düşük akımda oksijen veren cihazlarla uygulanabilen tahmini  $FiO_2$  değerleri gösterilmiştir [14].

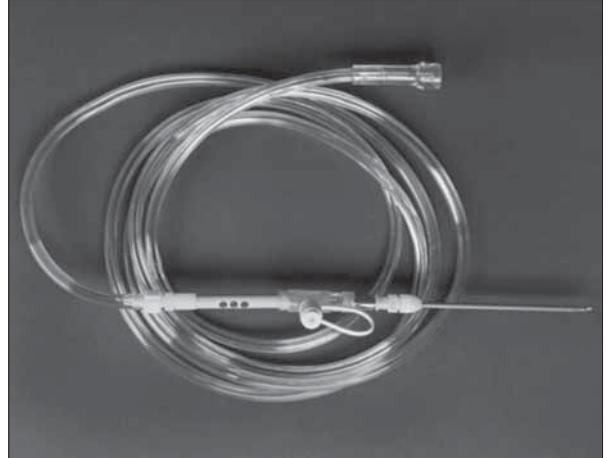
**3.B. Yüksek akımlı oksijen verme cihazları:** Hastanın anatomik ölü boşluğunu aşan hacimde bir rezervuar yardımıyla veya çok yüksek akımda oksijen uygulayarak, belirlenmiş  $FiO_2$  değerlerinde oksijen sağlayan sistemlerdir. Başlıca endikasyonları, kontrollü  $FiO_2$  gereken hastalar ile solunum ihtiyacı düşük akım sistemlerinin kapasitesini aşan genç hastalardır. Düşük akımlı cihazlarla karşılaştırıldığında bu cihazlar inhale edilen gaz karışımını tamamen kontrol edebilirler ve solunumdaki değişikliklerden etkilenmeksizin sabit bir  $FiO_2$  sağlarlar [1, 13]. Venturi maskesi ve mekanik ventilatörlerde kullanılan hava-oksijen karıştırıcıları yüksek akımlı oksijen verme cihazlarıdır.



Şekil 9. Basit oksijen maskesi



Şekil 10. Rezervuarlı yüz maskesi



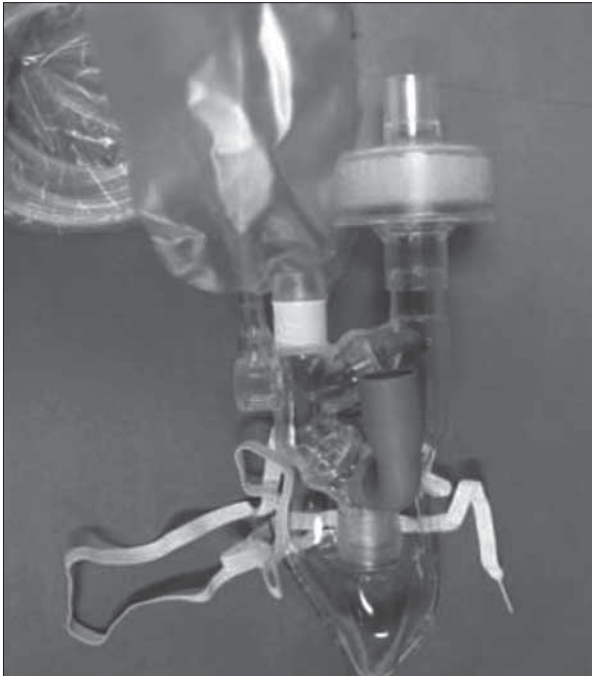
Şekil 11. Transtrakeal katater

**3.B.a Venturi maskesi:** Bir yüksek akım oksijen verme cihazıdır. Düşük yoğunlukta (%24 - 50 oranında) oksijen vermek üzere, özel olarak geliştirilmiş maskedir. Basit maske ve oksijeni aktarmak üzere değişik oranlarda oksijen geçişine izin veren değişik renkli adaptörlerden/jetlerden oluşmaktadır (Şekil 13).

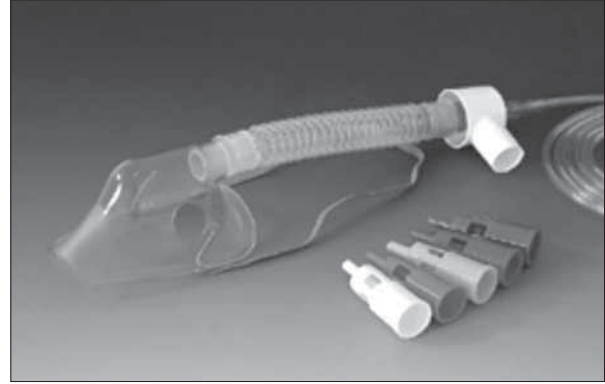
Adaptörler, hastanın verdiği soluğun bir kısmının dışarı çıkmasına olanak sağlarken, diğer kısmının tüpten gelen oksijenle karışarak hastaya verilmesini sağlar. Böylece sürekli ve aynı yoğunlukta oksijen verilmiş olur. Venturi maskesi ile sabit  $FiO_2$ 'de oksijen tedavisi uygulanabilir. KOAH alevlenmelerinde olduğu gibi, 0.24-0.40 aralığında sabit bir  $FiO_2$  ihtiyacı olduğunda idealdir. En fazla  $FiO_2$  genelde 0.50 olarak kabul edilir ve daha yüksek  $FiO_2$  ihti-

**Tablo 4.** Düşük Akımda Oksijen Veren Cihazlarla Uygulanabilen Tahmini FiO<sub>2</sub> Değerleri

%100 O <sub>2</sub> akım hızı (L/dk)	FiO <sub>2</sub>
<b>Nazal kanül</b>	
1	24
2	28
3	32
4	36
5	40
6	44
<b>Nazal maske</b>	
5-6	40
6-7	50
7-8	60
<b>Rebreathing/geri solunumlu maske</b>	
7	65
8-10	70-85
<b>Nonbreathing/geri solunumsuz maske</b>	
4-10	60-100

**Şekil 12.** Orantılı gaz dağıtım maskesi (sequential gas delivery mask)**Tablo 5.** Venturi Maskesinin Farklı Adaptörleri ile Verilebilecek FiO<sub>2</sub> Düzeyleri

	%100 O <sub>2</sub> akım hızı (L/dk)	FiO <sub>2</sub>
<b>Venturi Maskesi</b>		
Mavi	4	24
Sarı	4	28
Beyaz	6	31
Yeşil	8	35
Pembe/Kırmızı	8	40
Turuncu	8	50

**Şekil 13.** Venturi Maskesi

yacı olanlarda bu maske uygun değildir. Tablo 5’de venturi maskesinin farklı adaptörleri ile verilebilecek FiO<sub>2</sub> düzeyleri belirtilmiştir. Üretici firmaya göre adaptörlerin renk ve akımları değişebileceği için, kullanım talimatı mutlaka okunmalıdır.

**3.B.b. Hava-oksijen karıştırıcıları:** Diğer yüksek akım cihazları hava-oksijen karıştırıcılarıdır. Bir hava-oksijen karıştırıcı, mekanik ventilasyon sırasında oksijen sağlar. FiO<sub>2</sub>, %21-100 arasında değişebilir.

#### 4. Oksijen Tedavisinin İstenmeyen Etkileri

Her tedavinin olduğu gibi oksijen tedavisinin de riskleri ve istenmeyen etkileri mevcuttur. Oksijen tedavisinde en önemli risk, oksijen cihazlarının taşınması, doldurulması ve kullanılmasına ilişkin kazalar ve yangındır. Hasta ve ailesi bu konularda uyarılmalı, oksijen kaynağı ısı veren sistemlerden uzağa yerleştirilmelidir.

Yüksek konsantrasyonda oksijene maruziyetin potansiyel yan etkileri, normal fizyolojik fonksiyonlarda değişiklikler, oksijen aracılı doku hasarı/oksijen toksisitesi ve karbondioksit retansiyonudur. Başlıca ekstrapulmoner fizyolojik etkiler eritropoezin supresyonu, sistemik vazokonstriksiyon ve kardiyak outputta azalmadır [1, 14]. Bunlar çoğunlukla klinik olarak önemsiz etkilerdir. Pulmoner fizyolojik etkiler ise hipoksik solunum dürtüsünün baskılanması, pulmoner vazodilatasyon ve absorpsiyon atelektazileridir. Yüksek konsantrasyonda oksijen aynı zamanda sitotoksiktir. Oksijen toksisitesinde doku hasarına neden olan moleküler ve hücresel patolojinin, direkt olarak oksijen konsantrasyonuna bağlı olarak oluşan serbest oksijen radikallerinin aracılığıyla geliştiği düşünülmektedir.

Uzun süreli oksijen tedavisi esnasında özellikle PaO<sub>2</sub> basıncı 60/65mmHg civarındayken ve inspire edilen oksijen fraksiyonu %35-40’ın altındayken CO<sub>2</sub> retansiyonu beklenmez.

Uzun süreli oksijen tedavisinin yaşam süre ve kalitesi üstüne olumlu etkileri toksik etkisi ile kıyaslanmayacak kadar çoktur, CO<sub>2</sub> retansiyonu da nadirdir. Oksijen tedavisinin başarılı olması için hastanın tedavisinin yararları ve uygulanması konusunda bilgilendirilmesi ve önerilen şekilde uygulanıp uygulanmadığı konusunda da izlenmesi gerekmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Özlü. T, Çiledağ A., Kaya A. Oksijen Tedavisi ve Diğer Solunumsal Tedaviler: Solunum Sistemi Hastalıkları. Ed. Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A. İstanbul Tıp Kitabevi, 2010; 1861-74.
2. Bellini L. Oxygen therapy and pulmonary oxygen toxicity. In: Fishman's Manuel of Pulmonary Disease and Disorders. McGraw-Hill Companies. 2002; 1049-58.
3. Bateman NT, Leach NM. ABC of oxigen: Acute oxigen therapy. BMJ 1998; 317: 798-801.
4. Fulmer JD, Snider GL. American College of Chest Physicians-National Heart, Lung and blood Institute: National Conference on O2 therapy. Respiratory Care 1984; 29: 550-62.
5. Oxigen Therapy for Adults in the Acute Care Facility-2002. Revision and Update. AARC Clinical Practice Guideline. Respir Care 2002; 47: 717-20.
6. Nocturnal Oxigen Therapy Trial Group. Continous or nocturnal oxigen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. Ann Intern Med 1980; 93: 391-8.
7. Report of the Medical Research Council Working Party. Long term domiciliary oxigen therapy in chronic hypooxic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphsema. Lancet 1981; 1: 681-6.
8. Türk Toraks Derneği Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı Uzlaşı Raporu, 2010.
9. www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx. adresinden 1964-1/T1 nolu standart. Erişim 27 OCAK 2011.
10. Clini E.M, Venturelli E, Crisafulli E. Portable/ambulatory oxigen. ERS Buyers' guide, 2010; 22-9.
11. Barker AF, Burgher LW, Pulmoner AL. Oxygen conserving methods for adults.Chest 1994; 105: 248-52.
12. Geiseler J, Karg O. Devices for oxigen administration in patients with hypoxemia during spontaneous breathing. ERS Buyers' guide, 2010; 75-84.
13. Slessarev M, Somogyi R, Preiss D, Vesely A, Sasano H, Fisher JA. Efficiency of oxigen administration: sequential gas delivery versus "flow into a cone" methods. Crit Care Med 2006; 34: 829-34.
14. Beers MF. Oxygen Therapy and Pulmonary Oxygen Toxicity. In: Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders. McGraw-Hill Companies; 2008; 149: 2613-29.

# Solunum Monitörizasyonu

İrfan Uçgun

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

Son 20-30 yıl içinde bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak solunum monitörizasyonu çok gelişmiştir. Solunum monitörizasyonu dört amaç için yapılır: solunum paterni, arter kan gazı değişiklikleri, solunum kas gücü ve solunum mekaniklerinin izlenmesi [1-6].

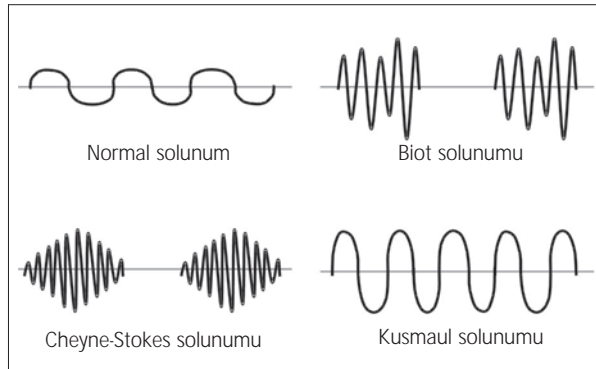
## Solunum Paterninin Monitörizasyonu

Solunum sayısı ve solunum şekli hastanın solunum yetersizliğinin en erken bulgularından biridir (Şekil 1). Hipoksi belirginleştğinde hastanın solunum sayısında artma, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, paradoks ve iç çekme şeklinde solunumu gözlenir. Paradoks solunum, inspiyumda ve ekspiyumda karın ve göğüs kasları arasındaki koordinasyonun bozulması, eş zamanlı kasılmaları demektir. Diyafram yorgunluğu veya paralizisine işaret edebilir.

## Arter kan gazı değişikliklerinin monitörizasyonu:

**Sürekli damar içi kangazı analizi:** Pahalı olmaları ve sonuçlarının rutin kan gazı cihazları kadar güvenilir olmaması nedenleri ile kullanımı sınırlıdır.

**Pulse oksimetre:** Non-invazif olması, hastaların kolay uyumu ve sonuçlarının güvenilirliği nedenleri ile solunum monitörizasyonunda çok sık kullanılmaktadır [1]. Ancak sonuçların doğruluğunu etkileyen pekçok faktör vardır. Hipokseminin erken farkedilmesi ve gereken önlemlerin alınması için pulse oksimetre hem çok pratik, hem de hızlı sonuç verir. Bazı dezavantajları da olmasına rağmen hastanın noninvazif takibinde değerli bilgiler vermesi nedeniyle hasta takibinde artık beşinci vital bulgu olarak kabul edilmektedir.



Şekil 1. Normal ve anormal solunum şekilleri

Çalışma prensibi, dokuda yayılan ışığın absorpsiyonunun bir sensör aracılığı ile ölçülmesidir. Oksihemoglobin ile indirgenmiş hemoglobinin iki farklı dalga boyundaki ışığı absorbe etmeleri prensibiyle çalışır. Spektrofotometri ve fotopletizmografi gibi iki fiziksel prensibi vardır. Genel olarak %80'in üstündeki satürasyonlar için pulse oksimetrelerin doğruluk oranı  $\pm 2$  olarak kabul edilir. %80'in altındaki satürasyonlarda arter kan gazı ile kontrol edilmelidir. Pulse oksimetrelerin cevap zamanı, probun lokalizasyonuna bağlıdır. Örneğin parmaktan ölçümlerde, kulak kepçesine yerleştirilene göre yaklaşık 12 sn'lik gecikme olur. En sık ölçüm yerleri el ve ayak parmakları, kulak kepçesi ve burundur.

Pulse oksimetrelerin kullanımında bazı kısıtlanmalar vardır. Hareket parazitleri, anormal hemoglobinler, boya maddeleri, tırnak cilaları, cilt pigmentasyonu, ortam ışığı, perfüzyonun azalması ve satürasyon düşüklüğü (%80'in altında) durumlarında pulse oksimetre kullanımında sorunlarla karşılaşılır. Ayrıca pulse oksimetreler oksihemoglobin ile karboksihemoglobini ayıramaz ve yanlış olarak yüksek sonuç verir. Pulse oksimetre sonuçlarının güvenilirliği için, oksimetrede okunan kalp hızı ile eşzamanlı kalp hızının birbirine uygun olması gerekir.

**Kapnografi:** Solunum havasındaki CO<sub>2</sub>'nin ölçülmesi ve grafik (kapnogram) olarak görüntülenmesidir. En sık kullanılan metodlar kızıl ötesi spektroskopisi ve kütle spektroskopisidir. Kızıl ötesi ışığı absorbe etmesi ile orantılı olarak gaz içindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu tahmin edilir. Kapnografi, trakeal entübasyonun belirlenmesi, PEEP titrasyonu, mekanik ventilasyondan ayırma ve kardiyopulmoner canlandırma (CPR) sırasında faydalı olmaktadır [2].

**Transkütanöz karbon dioksit ve oksijen monitörizasyonu:** Noninvaziv olarak ciltten oksijen ve karbon dioksit monitörizasyonu polarografik elektrotlarla uzun süredir yapılabilmektedir [6]. Transkütanöz cihazlarda ısıtıcı elektrotlar aracılığı ile ölçüm yapılmaktadır. Ölçüm sonuçlarının güvenilirliği hastaların hemodinamik durumu ile yakından ilgili olduğu için, hastanın hemodinamisi yakından takip edilmelidir. Yenidoğanlarda transkütanöz ölçümler ile arteriyel ölçümler arasında çok iyi korelasyon gösterildiğinden yenidoğanlarda kullanımı daha yaygın olmuştur. Ancak yeni çalışmalarda daha büyük çocuklar ve yetişkinlerde de yeni teknolojilerin kullanımı ile arteriyel oksijen ve karbondioksit değerleriyle iyi korelasyon

olduğu, güvenle kullanılabilmesi gösterilmiştir. Tekniğin invaziv olmaması ve kolay uygulanabilir olması önemli avantajlarıdır. Bu özelliklerinden dolayı da hem yetişkinler, hem de çocuklarda rutin solunum monitörizasyonunda kullanılabilir.

### Solunum Mekaniklerinin Monitörizasyonu

Solunum mekaniklerinin belirlenmesine basınç, volüm ve akım değerlerinin belirlenmesi ile başlanır [2, 3]. Bunlardan sonra solunum sistem kompliansı, havayolu direnci ve solunum işi hesaplanabilir. Bunlar mekanik solunum sırasında ventilatörlerin kendi monitörleri aracılığı ile yapılabilir. Hastadaki solunum yetmezliğinin nedenini belirlemede de yardımcı olurlar. Bu parametreler ile hasta-ventilatör uyumu monitörize edilebilir ve ventilatöre bağlı komplikasyonlar en aza indirilebilir.

En basit ölçümler olarak havayolu basıncı, PEEP, intrinsek PEEP ve hava akımına bakılabilir. Paralitık hastada solunum sisteminin mekanik özelliklerini yansıtırken, spontan soluyan hastada solunum işyükü hakkında önemli bilgi verirler. Solunum sistem mekaniklerine ait veriler, ölçülen ve hesaplanan değerler olarak ikiye ayrılarak incelenir. Ölçülen değişkenler havayolu basıncı, volüm ve akımıdır.

**Havayolu basıncı:** En sık tepe İspiratuar basınç (PIP) ve plato basıncı (statik basınç; Pplato) ölçülür. PIP, akciğerler ve göğüs duvarının direnci, kompliansı, tidal volüm ve akım hızından etkilenir. Ani basınç yükseklikleri, tek akciğerin ventilasyonu, pnömotoraks veya tüp tıkanması gibi durumları akla getirmelidir. Pplato ise, gaz akımının olmadığı zaman süresince tidal volümün devam ettirilmesi için gereken basınç miktarıdır. Pplato, inspirasyon sonunda ekspiryum valfinin kapatılması ile ölçülür. PIP - Pplato farkı, tepe basınç değerinin havayolu direnci ile ilişkisini gösterir.

Bazen havayolu basıncının başlangıç değeri sıfırdan daha yüksektir ve ekshalasyon boyunca pozitif seyredir. Buna ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) denir ve ekshalasyondan sonra bir miktar hava volümünün akciğerlerde kaldığını ifade eder. Ventilatörü kullanan tarafından yapılırsa ekstrensek PEEP, pozitif basınçlı ventilasyonun bir komplikasyonu olarak ortaya çıkıyorsa oto PEEP (intrinsek PEEP, hava hapsi) denir. Ekshalasyon için yeterli süre bırakılmadıysa, bronş obstrüksiyonu varsa veya sekresyonlar artmışsa oto PEEP oluşumu artar. İspirasyonda hava akımının başlayabilmesi için önce oto-PEEP'e eşdeğer bir basıncın uygulanması gerekir, bu da ek solunum işyükü demektir. Oto-PEEP'i belirleyebilmek için hastanın spontan solunumunun baskılanması ve ekspiryum sonunda ekspiryum valfinin kapatılarak ölçüm yapılması gerekir.

**Volüm ve akım ölçümleri:** Girdaplı ultrasonik akım ölçerler, pnömotakometreler ve türbin akım ölçerler ile bu ölçümler yapılabilir. Volüm, akımın zamanla çarpımı ile hesaplanır. Hava akımının monitörize edilmesi, solunum sistemindeki direnç ve kompliansa ilişkin değerli bilgiler verir. Örneğin, inspiratuar akım trasesindeki sık çentiklen-

meler havayolunda sekresyon veya ventilatör devresinde biriken su varlığını gösterir.

Solunum sistem kompliansı, havayolu direnci ve solunum iş yükü ise hesaplanan değerlerdir.

**Komplians:** Birim basınçta ulaşılan akciğer volümü olarak tanımlanabilir. Akciğerlerin havalanmasına elastik güçler ve sürtünme olmak üzere iki kuvvet direnç gösterir. Akciğer parankim elastikiyetinin azaldığı fibrozis, atelektazi, ARDS, göğüs duvarı hastalıkları ve pulmoner vasküler tıkanıklık gibi durumlarda komplians düşer ve hem PIP, hem Pplato basıncı yükselir. Amfizem gibi durumlarda ise düşük havayolu basınçları ile kolaylıkla şişen bir balon gibi daha yüksek tidal volüm elde edilebilir (komplians yükselir). Statik komplians akciğerler ve göğüs duvarı patolojilerinden etkilenirken, dinamik komplians havayolu direncinin arttığı durumlardan etkilenir. Statik komplians ölçümünde Pplato kullanılır, dinamik komplians ölçümünde PIP kullanılır.

**Havayolu direnci:** Havayolu çapı ile ters orantılıdır. Sekresyon birikmesi, bronş obstrüksiyonu, peribronşiyal ödem ve havayollarının basısında direnç artar. Direnç ( $R_{aw}$ )= $P_{TA}$ /akım (cmH<sub>2</sub>O/lt/sn) formülü ile hesaplanır. Burada  $P_{TA}$ , havayolu geçiş basıncını (ağız ile alveol basınçları arasındaki fark) ifade etmektedir. Mekanik ventilasyon uygulanan bir hastada bu basınç  $P_{TA}$ =PIP-Pplato formülü ile hesaplanabilir. Endotrakeal tüp boyutu küçüldükçe direnç artar. Örneğin 30 lt/dk akım hızı ile ventile edilen bir hastada PIP 35 cmH<sub>2</sub>O ve Pplato 30 cmH<sub>2</sub>O ise  $R_{aw}$ = $P_{TA}$ /akım formülünde  $R_{aw}$ =35-30/0,5=10 cmH<sub>2</sub>O/lt/sn olarak hesaplanır.

**Solunum iş yükü:** Bir soluk almak için gereken enerji ile ilgilidir. Belli bir gaz volümünün hareket ettirilmesi için gereken basınç miktarıdır (kilogram metre veya joule). Sağlıklı bir kişide solunum işi yaklaşık 0,1 kg.m veya 1 joule'dür. Günümüzde bazı ventilatörler ile ve özofagus basınç monitörizasyonu ile solunum iş yükü izlenebilmektedir. Basınç/volüm eğrisi kullanılarak da solunum iş yükü tahmin edilebilir, örneğin daha büyük bir halka, daha büyük bir iş yükü demektir.

**Solunum kaslarının değerlendirilmesi:** Kas gücü ve dayanıklılığı ölçülerek değerlendirilir. Kas gücünü değerlendirmek için maksimum inspiratuar ( $P_{Imax}$ ) ve ekspiratuar ( $P_{Emax}$ ) havayolu basınçları kullanılır.  $P_{Imax}$  ve  $P_{Emax}$ 'ın -80 ve 100 cmH<sub>2</sub>O'dan daha yüksek olmaları solunum kas yorgunluğu düşüncesini ortadan kaldırabilir. Weaning'de de  $P_{Imax}$ 'ın -30 cmH<sub>2</sub>O'dan daha negatif olması inspiratuar kas fonksiyonlarının yeterli olduğunu gösterir. En önemli inspiryum kası diyafram olduğu için, diyaframın fonksiyonlarını ayrıca değerlendirmek gerekir. Transdiyafragmatik basınç (Pdi) ölçülmesi bu konuda önemli bilgiler verir. Pdi ölçümü için, hem mide, hem de özofagusu bir balon yerleştirilmesi gerekir. İnvaziv bir yöntemdir, ancak hastanın paralize edilmesine gerek olmaması önemli avantajdır.

Solunumun noninvazif monitörizasyonu ile hastaların durumundaki değişiklikleri yakından izleme ve erken



müdahale imkanları gelişmiştir. Yatak başında kolayca uygulanabilen bu testlerin yararlarının daha iyi anlaşılması ve yorumlanmasındaki gelişmelere paralel olarak kullanımları daha da artacak ve yaygınlaşacaktır [2].

#### KAYNAKLAR

1. Tremper KK, Barker SJ. Pulse oximetry. *Anesthesiology* 1989; 70: 98-108.
2. Curley FJ, Smyrniotis NA. Routine monitoring of critically ill patients. In: Rippe MJ, Irwin RS, Fink MP, Cerra FB (eds). *Intensive Care Medicine*. Fifth Edition, LWW; 2003: 226-46.
3. Tobin MJ. Monitoring respiratory mechanics in ventilator-dependent patients. In: Tobin MJ (ed). *Principles and Practice of Intensive Care Monitoring*. New York: Mc Graw Hill, 1998; 553-96.
4. Pilbeam SP. *Mechanical Ventilation. Physiological and Clinical Applications*. 3rd ed. Mosby; 1998.
5. Tobin MJ, Laghi F. Monitoring of respiratory muscle function. In: Tobin MJ (ed). *Principles and Practice of Intensive Care Monitoring*. New York: Mc Graw Hill, 1998; 497-544.
6. Parker SM, Gibson GJ. Evaluation of a transcutaneous carbon dioxide monitor ("TOSCA") in adult patients in routine practice. *Respir Med* 2007; 101: 261-4.

# Bronkoskopide Temel Prensipler: Endikasyonları ve Uygulama Teknikleri

Murat Sezer

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

## Bronkoskopi Endikasyonları

Bronkoskopi ilk kez 1897'de Gustav Killian tarafından yabancı cisim çıkarma amacıyla kullanılmıştır [1]. O günden bugüne birçok farklı bronkoskopi endikasyonu ortaya konmuş ve her geçen gün bunlara yenileri eklenmektedir. Bronkoskopi endikasyonları temel olarak tanısal ve tedavi amaçlı olmak üzere ikiye ayrılır.

### Tanı amaçlı bronkoskopi endikasyonları

1. **Öksürük:** Kronik öksürük en sık bronkoskopi endikasyonlarından biridir [2]. Öksürüğü olan hastada bronkoskopinin amacı trakeobronşiyal patolojileri göstermek ya da ekarte etmektir.
2. **Hemoptizi:** Hem tanı, hem tedavi amaçlı olarak bronkoskopi yapılabilir. Kanamanın etyolojisini ve kanama yerini belirlemek tanısal endikasyonlardır. Kanama esnasında ya da kanama kontrol altına alındıktan 24 - 48 saat sonra yapılabilir [3].
3. **"Wheezing" ve stridor:** Akciğer grafisi normal olan hastalarda astım ve KOAH ekarte edildiğinde veya akciğer grafisinde hava yoluna baskı bulguları olan hastalara yapılmalıdır.
4. **Radyolojik bulgu varlığı:** Akciğer grafisinde atelektazi, nodül veya kitle, kaviter akciğer lezyonları, mediastinal kitle ve genişleme, difüz parankimal hastalık bulguları varsa bronkoskopi endikedir [4].
5. **Persistan pnömotoraks:** Pnömotoraks persiste ediyor ya da tüp torakostomisi olan bir hastada hava kaçağı devam ediyorsa bronkoplevral fistül olabilir. Hem fistülün yerinin tespiti hem de onarımı için bronkoskopi yapılabilir [5].
6. **Diafragma paralizisi:** Frenik sinir tutulumu yapabilecek hiler/mediastinal lenfadenopatiler ve kitlelerin tanısı için yapılabilir [4].
7. **Vokal kord paralizisi:** Sol ya da sağ nervus larengeus rekürrens paralizisine neden olan mediastinal patolojilerin tespiti için yapılabilir [4].
8. **Akciğer enfeksiyonu:** Enfeksiyon ajanını tespit etmek, iyileşmeyen pnömonilerde endobronşiyal obstrüksiyonu varlığını araştırmak, enfeksiyon dışı patolojileri tespit etmek için yapılabilir. İmmünsüprese hastalarda fırsatçı enfeksiyonların tanısında erken dönemde yapılabilir.

9. **Akciğer absesi:** Endobronşiyal tıkanıklık varlığını tespit etmek, abse içinden mikrobiyolojik örnek almak ve abse drenajı amaçları ile bronkoskopi yapılabilir [6].
10. **Plevral efüzyon:** Akciğer grafisinde eşlik eden bulgular olan ya da öksürüğü olan ve torasentez ve plevra biyopsisi ile tanı konulamayan hastalarda uygulanabilir [7].
11. **Bronş kanseri:** Bronş kanserinin tanısı ve evrelemede önemli yere sahiptir. Ayrıca tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde de önemi büyüktür [4].
12. **Toraks travması:** Toraks travması sonrası gelişebilecek patolojilerin tespiti açısından mutlaka önerilmektedir [8].
13. **Fistül:** Trakeobronşiyal, trakeoözefageal ve bronkoplevral fistüllerin tanı ve tedavisinde endikedir [9,10].
14. Yabancı cisim aspirasyonu [11].
15. Trakeobronşiyal ağacın kimyasal ve termal yanıkları [12].
16. Endotrakeal tüp yerleştirilmesine kılavuzluk yapmak [4].
17. Trakeal stenoz ve striktür kontrolü
18. İntraoperatif cerrahi sınır belirlenmesi
19. Postoperatif cerrahi sınır kontrolü
20. Akciğer transplantasyonu sonrası kontrol/izlem [13].
21. **Araştırma amaçlı:** Patogenez araştırılması, klinik-radyolojik-fizyolojik ve histolojik korelasyonun araştırılması

**Tablo 1.** Tedavi amaçlı bronkoskopi endikasyonları

Havayolunun temizlenmesi
Mukus tıkaçı
Sekresyon birikimi
Yabancı cisim çıkarılması
Hemoptizi
Tıkaçıcı neoplazi
Lazer bronkoskopi
Elektrokoter
Kriyoterapi
Brakiterapi
Lezyon içerisine enjeksiyon
Terapötik BAL
Trakeobronşiyal striktür, stenoz
Fistül tedavisi
Akciğer absesi
Bronkojenik ve mediastinal kistler

ması, yeni geliştirilen ilaç etkinliğinin araştırılması gibi nedenlerle yapılan insan ve hayvan araştırmalarında kullanılabilir.

### Tedavi amaçlı bronkoskopi endikasyonları

Terapötik amaçlı bronkoskopi endikasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

### Bronkoskopi Uygulama Teknikleri

Öncelikle hastaya yapılacak işlem detaylı olarak anlatılmalı, yapılma nedeni, gelişebilecek olası komplikasyonlar açıklanmalıdır. Hastanın mutlaka yazılı onamının alınması gerekir. Bronkoskopi hasta yatar ya da oturur pozisyonda iken yapılabilir ancak sedyede yatar pozisyon yapılması tercih edilir. Aşırı derecede kaygılı ya da kendisi isteyen hastalarda sedasyon yapılabileceği gibi, tüm olgulara da uygulanabilir [15,16]. Uygulanacaksa genellikle "bilinç düzeyinde", kısa etkili ajanlardan fentanil, kodein, midazolam, hidroksizin ve diazepam tercih edilir. Bir anestezi uzmanı eşliğinde uygulama yapılacaksa, genel anestezi maddelerden hızlı etki gösteren ve intravenöz uygulanan propofol tercih edilir.

Inhalasyonla ya da bronkoskopi sırasında, işlem öncesi topikal uygulanan %2 lidokain ile üst havayolları, larenks ve trekeobronşial ağacın lokal anestezisi gerçekleştirilir. İşlem sırasında puls oksimetre takibi yapılarak hastaya nazal ya da oral yolla oksijen desteği verilir. Damar yolu açık olmalıdır.

Bronkoskopi burundan, ağızdan ya da trakeostomi deliğinden yapılabilir. Burundan uygulama bronkoskopun hasar görmemesi için en emniyetli yoldur.

Üst havayolları, vokal kordlar, trakea ve bronş ağacı değerlendirilir. Gerektiğinde ilave lokal anestezi madde bronkoskop aracılığıyla verilebilir [17].

### KAYNAKLAR

1. Becker HD. Gustav Killian- A biographical sketch. J Bronchol 1995; 2: 77-83.

2. Prakash UBS, Offord KP, Stubbs SE. Bronchoscopy in North America: The ACCP survey. Chest 1991; 100: 1668-75.
3. Gong H, Salvatierra C. Clinical efficacy in early and delayed fiberoptic bronchoscopy in patients with hemoptysis. Am Rev Respir Dis 1981; 124: 221-5.
4. Utz JP, Prakash UBS. Indications for and contraindications to bronchoscopy. In: Prakash UBS (ed). Bronchoscopy. New York: Raven, 1994; 81-9.
5. York EL, Lewall DB, Hirji M, Gelfand ET, Modry DL. Endoscopic diagnosis and treatment of postoperative bronchopleural fistula. Chest 1990; 97: 1390-2.
6. Sosenko A, Glassroth J. Fiberoptic bronchoscopy in the evaluation of lung abscesses. Chest 1985; 84: 489-94.
7. Chang SC, Perng RP. The role of fiberoptic bronchoscopy in the investigation of pleural effusion. Postgrad Med J 1988; 64: 581-2.
8. Hara K, Prakash UBS. Fiberoptic bronchoscopy in the evaluation of acute chest and upper airway trauma. Chest 1989; 96: 627-30.
9. Prakash UBS. Role of methylene blue in bronchoscopy. J Bronchol 2000; 7: 54-7.
10. Sippel JM, Chestnutt MS. Bronchoscopic therapy of bronchopleural fistulas. J Bronchol 1998; 5: 61-9.
11. Marquette CH, Martinot A. Foreign body removal in adults and children. In: Bollinger CT, Mathur PN (eds). Interventional bronchoscopy. Basel: Karger, 2000; 96-107.
12. Freitag L, Firusian N, Stamatis G, Greschuchna D. The role of bronchoscopy in pulmonary complications due to mustard gas inhalation. Chest 1991; 100: 1436-41.
13. Kukafka DS, O'Brien GM, Furukawa S, Criner GJ. Surveillance bronchoscopy in lung transplant recipients. Chest 1997; 111: 377-81.
14. Tabak L. Endikasyon, kontrendikasyon ve riski arttıran durumlar. In: Metintaş M (ed). Bronkoskopi. Ankara: Poyraz, 2008; 129-34.
15. Putinati S, Balerin L, Corbetta L et al. Patient satisfaction with conscious sedation for bronchoscopy. Chest 1999; 115: 1437-40.
16. Maguire GP, Rubinfeld AR, Trembath PW, Pain MC. Patients prefer sedation for fiberoptic bronchoscopy. Respirology 1998; 3: 81-5.
17. Karadağ M. Hasta hazırlığı, uygulama, örnekleme teknikleri ve komplikasyonlar. In: Metintaş M (ed). Bronkoskopi. Ankara: Poyraz, 2008; 135-48.

## Ebus Endikasyonları ve Uygulama Teknikleri

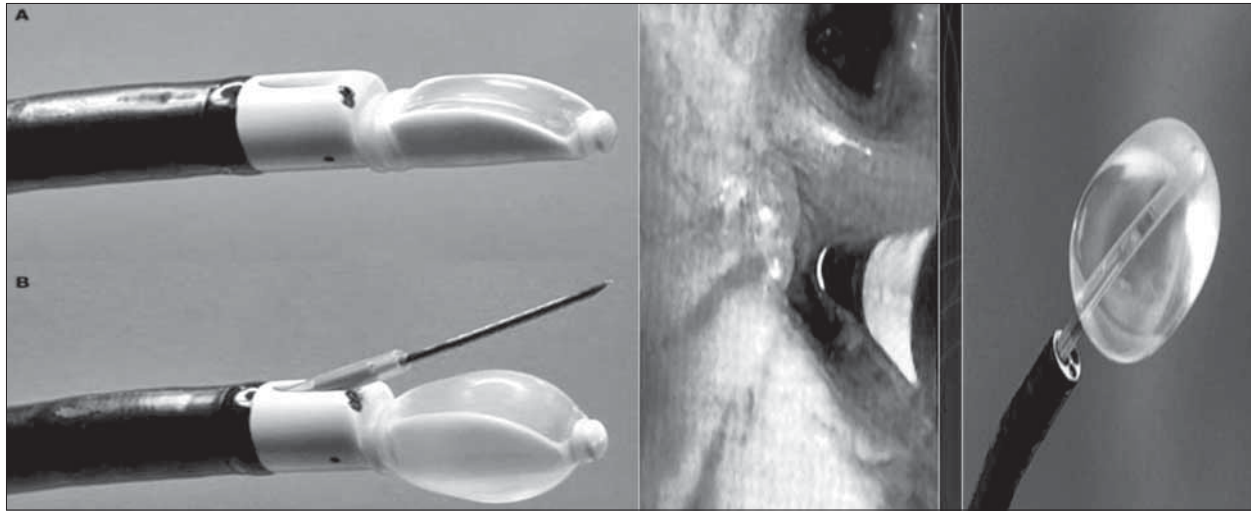
Ömer Özbudak, Hülya Dirol

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

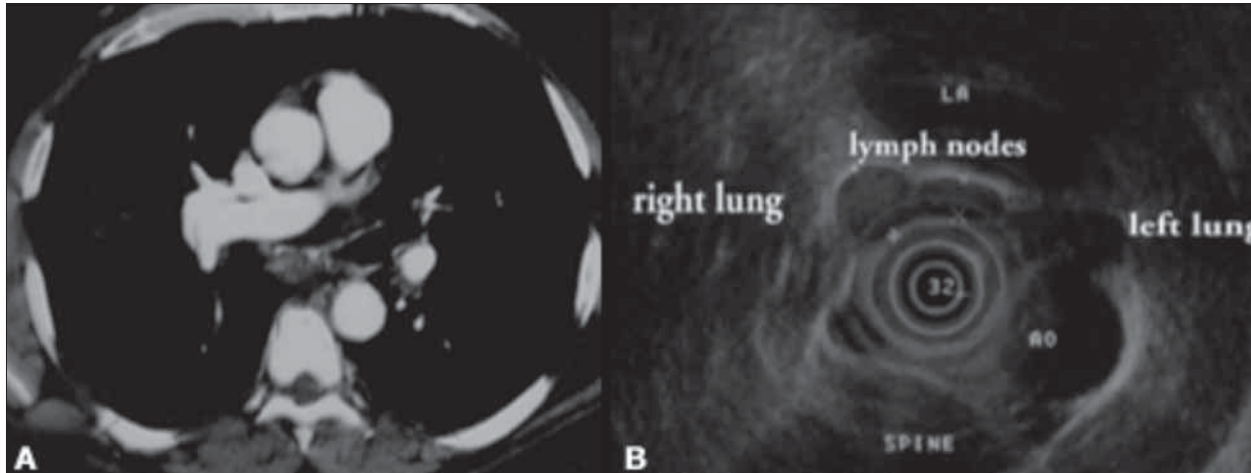
Endobronşiyal ultrason (EBUS), hava yolu duvarının ve hava yoluna komşu yapıların daha iyi değerlendirilmesini sağlayan, özellikle mediastinal lenf nodları örnekleme için tanısal değeri konvansiyonel bronkoskopiye oranla daha fazla olan bir ultrason yöntemidir. Konvansiyonel bronkoskopiye, bronkoskopist ancak havayollarının iç yüzeyini ve lümenini görebilirken endobronşiyal ultrason sayesinde trakeobronşiyal duvarı ve etrafındaki 4 cm derinliğe kadar olan yapıları gözleyebi-

lir. Bronkoskopun işlem kanalına sığabilecek boyutta geliştirilmiş ultrasonik problar yardımı ile damar ve kitle gibi peribronşiyal yapılar değerlendirilebilir, lezyonun yeri net olarak saptanıp, daha güvenli ve uygun örnekler alınabilir [1-3].

Radiyal prop (RP-EBUS) ve konveks prop (CP-EBUS) olmak üzere iki tip EBUS probu vardır. Radiyal prop ile konveks prop arasındaki majör fark, radyal propla ardışık örnekleme (önce hedef lezyon belirlenir, prop bronkosko-



Şekil 1. Radiyal prop (RP-EBUS) ve konveks prop (CP-EBUS)



Şekil 2. Lenf nodu ve vasküler yapıların tomografik ve EBUS görüntüleri

pun işlem kanalından çıkartılıp transbronşiyal iğne sistemi işlem kanalından geçirilir) yapılabilirken, konveks propla real-time örnekleme (aynı anda hem görüntüleme hem örnekleme) yapılmasıdır [2, 4, 5].

Radiyal prop, havayolu duvarının ve komşu yapıların 360 derecelik görüntüsü verir, major avantajı havayolu katmanlarının detaylı olarak görüntülenmesini sağlar. Radiyal prop kullanılırken, bronkoskop, ilgili alana kadar ilerletilir, radiyal prop işlem kanalından ilerletilir, ilgili yere ulaşınca etrafındaki balon kılıf su ile şişirilir. Üç çeşit radiyal prop vardır. Standart radiyal prop, 20 MHz minyatür radiyal proptur, subsegmental bronşa kadar ilerletilebilir, rezolüsyonu <1mm, penetrasyonu 5 cm'dir. 30 MHz minyatür radiyal prop da standart proba benzer, ancak havayolu duvarını ve çevre yapıları daha detaylı gösterir. Bir de 20 MHz ultra-minyatür radiyal prop vardır, bu daha küçük olduğu için standart probtan daha periferdeki yapıların görülmesini sağlar, peripher intrapulmoner nodüllerin örneklemeinde tercih edilir [3, 4, 6, 7].

CP-EBUS'ta, 7.5 MHz konveks prop kullanılır, hem ultrason görüntüleri hem de konvansiyonel bronkoskopi görüntüleri aynı ekrandan izlenir, doppler ultrason vasküler yapılarla örneklenecek lezyonun net bir şekilde değerlendirilmesini sağlayarak kanama gibi komplikasyonları azaltabilir [1, 2, 4, 5, 8].

EBUS sayesinde, kanser evrelemesi veya sarkoidoz, lenfoma gibi hastalıkların tanısı, mediastinoskopi gibi daha invazif işlemlere gerek duyulmadan konulabilmekte, periferik intrapulmoner nodüller VATS'a gerek kalmadan EBUS'la örneklenebilmektedir. Minimal invazif olması, hastanın işlemler için yatışının gerekli olmaması, sadece local anestezi ve sedasyonla işlemin gerçekleştirilebiliyor olması, tanı oranının yüksek olması diğer avantajları iken, subaortik ve paraözofageal lenf nodularının örnekle-nememesi, çok yaygın olmaması, işlemde sadece küçük iğnelerin kullanılıyor olmasından mikrometastazların atlanabilmesi de dezavantajlarıdır. Bronkoskopide ve

TBIA'nda karşılaşılabilecek komplikasyonlar dışında EBUS'ye spesifik komplikasyon bildirilmemiştir. Konvansiyonel TBIA ile %40-70 olan tanı oranı, EBUS'un kullanımıyla %85-95'e yükselmiştir [2-5, 7, 9].

#### KAYNAKLAR

1. Hürter, T, Hanrath, P. Endobronchial sonography: feasibility and preliminary results. Thorax 1992; 47: 565.
2. Kurimoto N, Murayama M, Yoshioka S et al. Assessment of usefulness of endobronchial ultrasonography in determination of depth of tracheobronchial tumor invasion. Chest 1999; 115: 1500.
3. Baba M, Sekine Y, Suzuki M et al. Correlation between endobronchial ultrasonography (EBUS) images and histologic findings in normal and tumor-invaded bronchial wall. Lung Cancer 2002; 35: 65.
4. Nakamura Y, Endo C, Sato M et al. A new technique for endobronchial ultrasonography and comparison of two ultrasonic probes: analysis with a plot profile of the image analysis software NIH Image. Chest 2004; 126: 192.
5. Kurimoto N, Murayama M, Yoshioka S, Nishisaka T. Analysis of the internal structure of peripheral pulmonary lesions using endobronchial ultrasonography. Chest 2002; 122: 1887.
6. Kurimoto N, Miyazawa T, Okimasa S et al. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath increases the ability to diagnose peripheral pulmonary lesions endoscopically. Chest 2004; 126:959.
7. Kikuchi, E, Yamazaki, K, Sukoh, N, et al. Endobronchial ultrasonography with guide-sheath for peripheral pulmonary lesions. Eur Respir J 2004; 24:533.
8. Asahina H, Yamazaki K, Onodera Y, et al. Transbronchial biopsy using endobronchial ultrasonography with a guide sheath and virtual bronchoscopic navigation. Chest 2005; 128: 1761.
9. Herth FJ, Eberhardt R, Becker HD, Ernst A. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial lung biopsy in fluoroscopically invisible solitary pulmonary nodules: a prospective trial. Chest 2006; 129: 147.

# Rijit Bronkoskopi ve Trakeobronşial Stentler

Akif Özgül

Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye

Rijit bronkoskop, ilk kez Gustav Killian tarafından aspire edilen bir kemiği çıkarmak amacıyla 1897 yılında Almanya da kullanılmıştır. Rijit bronkoskopun sert ve geniş, içi boş bir tüp olması, kullanım endikasyonlarını belirleyen ana özellik olmuştur. Günümüzde tanı ve tedavi amaçlı kullanımı ülkemizde ve dünyada giderek artmaktadır. Geniş lümenli oluşu aynı zamanda eş zamanlı olarak hastanın ventile edilebilmesi nedeniyle özellikle tedavi amaçlı kullanımı, fiberoptik bronkoskopiye üstünlük sağlamaktadır. Rijit bronkoskop sayesinde alınan dokunun daha büyük olması patoloğa daha rahat tanı şansı yaratır. Özellikle endobronşial tedavi işlemleri esnasında, endobronşial patolojinin mekanik rezeksiyonu, oluşabilecek kanamalara çok daha rahat müdahale edilebilmesi ve daha rahat aspirasyon imkânı sağlaması ile bronkoskopistleri rahatlatmaktadır.

Tablo 1'de Rijit bronkoskopi endikasyonları özetlenmiştir.

Rijit bronkoskopi kontrendikasyonları genelde fiberoptik bronkoskopi ile aynı olmakla beraber genellikle rijit bronkoskopi kendi özelliğinden dolayı belirlenen kontrendikasyonlar Tablo 2'de verilmektedir.

## TRAKEOBRONŞİAL STENTLER

Bening ya da malign hava yolu obstrüksiyonları göğüs hastalıkları uzmanlarını en çok sıkıntıya sokan sorunlardan birisidir. İlk etapta malign hava yolu obstrüksiyonunun tipine göre uygulanan mekanik rezeksiyon, sıcak ve

soğuk yöntemler ile hava yolu açıklığı sağlansa da sonrasında kalıcı açıklığı sağlamak için stent uygulanması kaçınılmaz olacaktır. Hava yollarına uygulanan stentler, tümörün lümene doğru büyümesini engelliyerek bariyer etkisi gösterebileceği gibi, dış bası olan bölgeye uygulanarak destek etkisi de gösterebilir. Trakeobronşial stentler hem bening hem de malign nedenlerden dolayı uygulanabilir. Tablo 3 kullanım endikasyonları belirlenmiştir.

### Kabaca Trakeobronşial Stentler

1. Metalik kendiliğinden genişleyebilen (SEMS): Wallstent, Ultraflex
2. Slikon: Dumon, Noppen
3. Hibrit: Rüsç, Alveolus

**Tablo 1.** Rijit bronkoskopi endikasyonları

Masif hemoptizi
Yabancı cisim çıkarılması
Endobronşial tedaviler
Büyük doku parçaların alınması
Sekresyonların temizlenmesi

**Tablo 2.** Rijit bronkoskop için kontrendikasyonlar

Boyun vertebra travması geçirmiş hastalar
Maxillo –fasial tranması geçiren hastalar
Çok kısa ve kalın boyunlu insanlar

**Tablo 3.** Trakeobronşial stentlerin kullanım endikasyonları

### Bening Nedenler

Post entübasyon trakeal stenoz
Sistemik hastalıklar (Vaskülit,tüberküloz, infiltratif hast.)
Trakeobronkomalazi
Anastomoz hattı (Transplantasyon, akciğer rezeksiyonu)
Komşu yapılardan dış bası (Damarsal, mediastinal)

### Malign Nedenler

Endobronşial tümör (tümör temizliğinin yetersiz oluşu, tedaviye rağmen relaps ve lokal relapsın yüksek ihtimal oluşu)
Akciğer tümör, özafagus ya da baş boyun tümör nedeni ile dış bası
Mediastinal lenf bezi nedeniyle dış bası
Malign fistüller

Bu grup stentlerin birbirlerine göre avantajı ve dezavantajları bulunmaktadır. Slikon stentlerin yerleştirilmesi için rijit bronkoskopi ve öncesinde darlığın dilatasyonun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bir dezavantaj olarak görünse de aynı seansta tekrar çıkarılıp takılmaları, işlem sonrası uzun zaman geçse bile, ihtiyaç kalmadığında rahatlıkla çıkarılmaları avantaj oluşturmaktadır. Kendiliğinden genişleyebilen stentlerin ise, kollateral ventilasyon için bir bronşial orifisin açık olarak korumak zorunda olduğunda, stent konacak segmentin değişken çapı varsa, darlık rijit bronkoskop ile geçilemediğinde ve ana bronşlarda distorsiyon olan olgularda kullanımı avantaj oluşturmaktadır. Stentin maksimum etkili olması ve komplikasyonları minimize etmek için dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Stentin uzunluk ve çap ölçümü ve ona göre uygun stentin yerleştirilmesi en önemli faktörlerden bir tanesidir. Stenzun her bir ucundan trakeadan 1 cm, bronşlarda 0.5 cm daha uzun segment seçilmesi önemlidir.

**Tablo 4.** Stent komplikasyonları

Migrasyon
Granülom
Mukostaz
Bakteriel Kolonizasyon
Ağız Kokusu
Hemoptizi
Komşu kan damarları ve özafagusun erozyonu
Stent fraktürü

Stent takıldıktan sonra oluşabilecek komplikasyonların bilinmesi ve ona göre hastanın takip edilmesi oldukça önem arz eder. Stent yerleştirildikten sonra hava yolu palyasyonu etkinliğini değerlendirmek için postero anterior akciğer grafisi çekmek, akım-volum halkalı solunum fonksiyon testi yapmak ve de gerekirse hastanın kliniğe göre bronkoskopi uygulanması gerekebilir. Özellikle bizim kliniğimizde tüm stent konulan hastalar yukardaki sağladığımız yöntemlere ek olarak 2 Boyutlu Coranal BT kesitleri ile değerlendirilip stent malpozisyonunu saptamada oldukça faydalanılmaktadır.

Tablo 4 Stent Komplikasyonları verilmektedir.

Stent takıldıktan sonra hastaya stent kartı verilmeli ve bu kartta tüm bilgiler olmalıdır. Uzun dönemde mukostazdan korunmanın en iyi yolu hastayı iyi hidrate etmek, stent lümeninin nemli kalmasını sağlayacak şekilde hastayı günde 4-6 kez nebulize ettirmek ve sigaranın mutlak kesilmesini sağlamaktadır.

Sonuç olarak bütün ihtiyaçları karşılayabilen tek bir stent yoktur. Stent seçimini hastaya özel olmalıdır ve stent takılması deneyimli ellerde oldukça güvenilir bir işlemdir.

#### KAYNAKLAR

1. Becker HD. Bronchoscopy tear 2001 and beyond. Clin Chest Med 2001; 22: 225-39.
2. Bolliger CT, Mathur PN. ERS-ATS Statement on interventional pulmonology. Eur Respir J 2002; 19: 356-73.
3. Lund ME, Garland R, Ernst A. Airway stenting applications and practice management considerations. Chest 2007; 131: 579-87.
4. Gildea TR, Murthy SC, Sahoo D et al. Performance of a self-expanding silicone stent in palliation of benign airway conditions. Chest 2006; 130: 1419-23.
5. Wood D, Liu Y, Vallieres E et al. Airway stenting for malignant and benign tracheobronchial stenosis. Ann Thorac Surg 2003; 76: 167-74.

# Trakeostomi Kanülleri

Zuhal Karakurt

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Solunumsal Yoğun Bakım Ünitesi, İstanbul, Türkiye

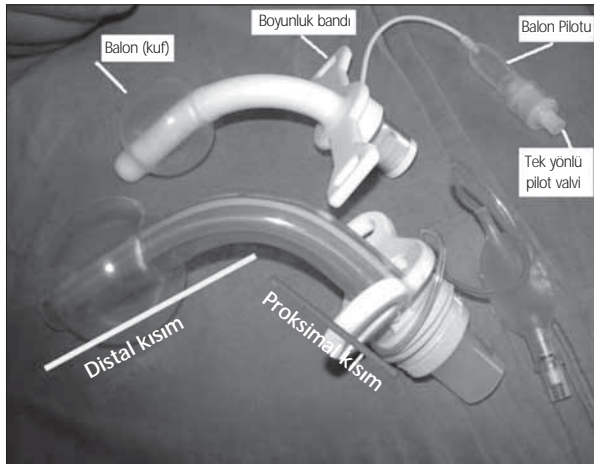
Bu derlemede trakeostomi açılmış hastalarda trakeostomi kanül seçminde dikkat edilmesi gereken durumlar ve trakeostomi kanül çeşitleri özetlenecektir.

Trakeostomi kanülleri, hastaların mekanik ventilatörden havalanmasını sağlayan, sürekli hava yolu açıklığı ile ağız içi sekresyonlarının aspirasyonunu kanül ucundaki balon (kuf) ile önleyen bir tüptür. Trakeostomi kanülleri ilerleyen teknoloji ile yıllar içinde belirgin gelişme göstermiştir. Yeni trakeostomi kanülleri hasta konforunu ve hayat kalitesini belirgin derecede düzeltir [1].

## Trakeostomi kanülünün yapısı

Trakeostomi kanülü distal ve proksimal bölüm ile beraber şaft, boyunluk bandı, distal bölümde balon (kuf) ve balonu şişirmeyi sağlayan, boyun bağı yanında bulunan balon pilotu kısımlarından oluşur (Şekil 1). Şaft kısmı birbirine yay gibi kavisli görünümde olabileceği gibi köşeli ya da distal/ proksimal kısmı uzun olabilir. Kalın boyunlu bir hastada proksimal kısmı uzun kanül, trakeasında posterior duvarda çökme olanlarda da distal kısmı uzun kanül tercih edilmesi önerilir. Kanülün şaft kısmı (distal ve proksimal bölüm) trakeal mukozası hassas hastalarda yumuşak silikon olması, trakeasında çökme olan hastalarda kısmen sert silikon ya da metal (gümüş kanül) olması önerilir.

Trakeostomi kanülünün iç ve dış çapı milimetre olarak her kanülün, boyut bantlarına ve ya pilot balona yazılır



Şekil 1. Trakeostomi kanüllerini oluşturan bölümler

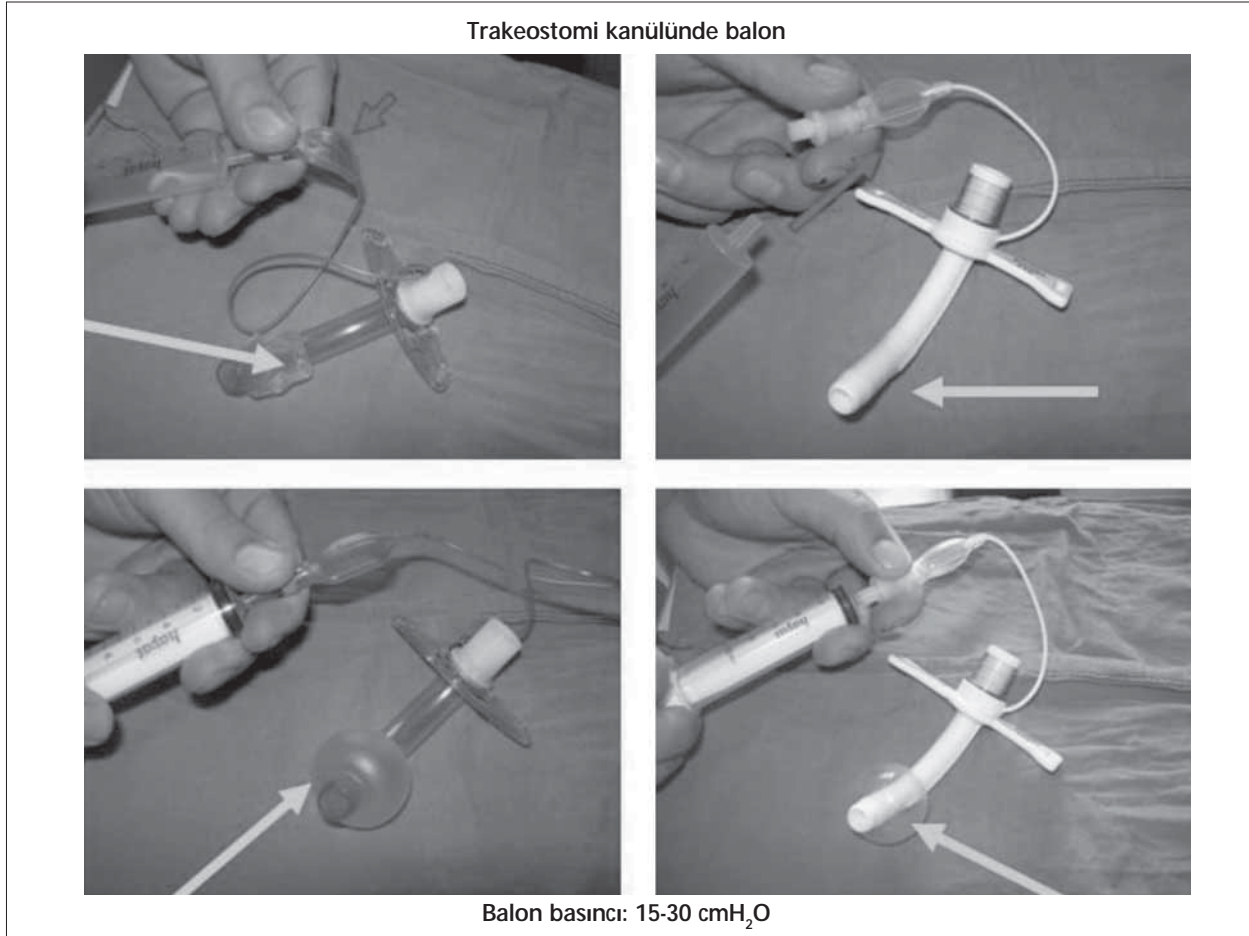
(Şekil 2). Tüm kanüller "iç çaplarına" göre numaralandırılır. Kanüller, üretici firmalarına göre, silikon, plastik veya metal olmasına göre dış çapları değişir. Hastaya yeni trakeostomi kanülü takılırken bir önceki trakeostomi kanülünün dış çapı bilinmeli aynı dış çaptaki kanül takılmalıdır, takılamama durumu için 1,2 mm küçük yedek kanül bulundurulmalıdır. Kanül değişiminde trakeostomi ostiumu küçülmüş olabilir. Çıkarılan aynı kanül tekrar takılamayabilir. İç kanül, çapı erkeklerde 7 kadınlarda 6 mm den küçük olduğunda solunum sıkıntısı yapabilir [2]. KOAH hastalarında erkeklerde iç çapı 8 - 9 mm olması tercih edilmez. Ancak iç çap büyüdüğünde dış çapında büyüyeceği ve hastaya takılmasında sorunların yaşanacağı da unutulmamalıdır.

Trakeostomi kanül distalinde ağız içi sekresyonlarının akciğerlere kaçmasını önleyecek balon (kuf) bulunur. Onu şişirmeye yarayan pilot kısım bir boru ile balona ulaşır, pilotun ucunda tek yönlü valve bulunur ve giren hava çıkamaz. Bazı balonlar söndürülünce şaftta tamamen yapışır (tight to shaft: TTS, Şekil 3, sağ tarafta beyaz kanül), böylece balon söndürülünce oluşan kıvrımları önleyerek sekresyon ve bakteri kolonizasyonuna mani olur (maliyet dezavantajıdır). TTS balon hava ile değil serum fizyolojik ile şişirilir. Hava ile şişirilirse hava ince zar gibi balonda 1-2 saat sonra sızarak kaybolur. Sıvı ise sızarak kaçmaz. Balonların hacmi büyük, basıncı düşük değildir. Trakea mukozasında mikro sirkülasyonu, yüksek

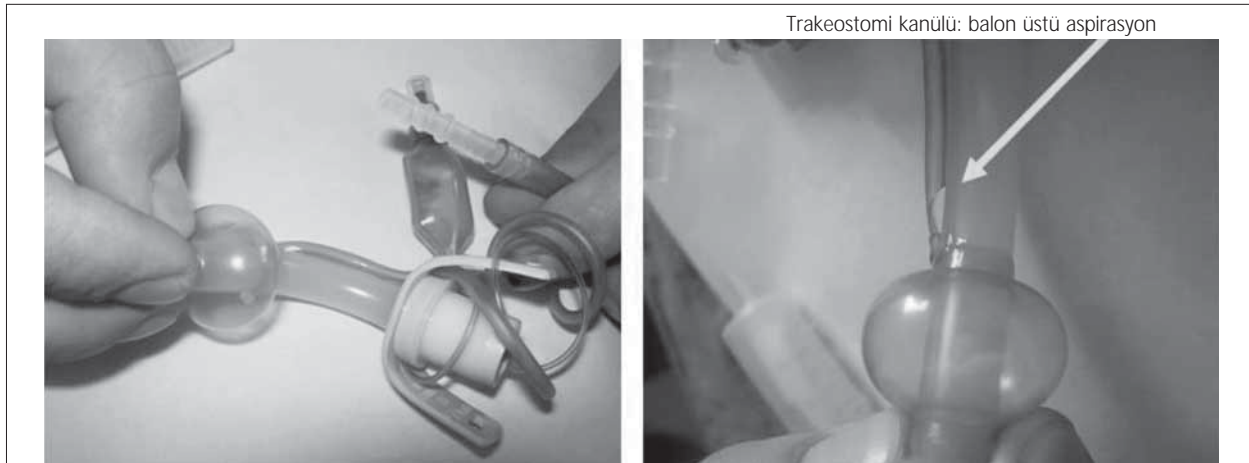


Şekil 2. Trakeostomi kanüllerinin iç ve dış çapı





**Şekil 3.** Trakeostomi kanüllerinde balon (kuf)



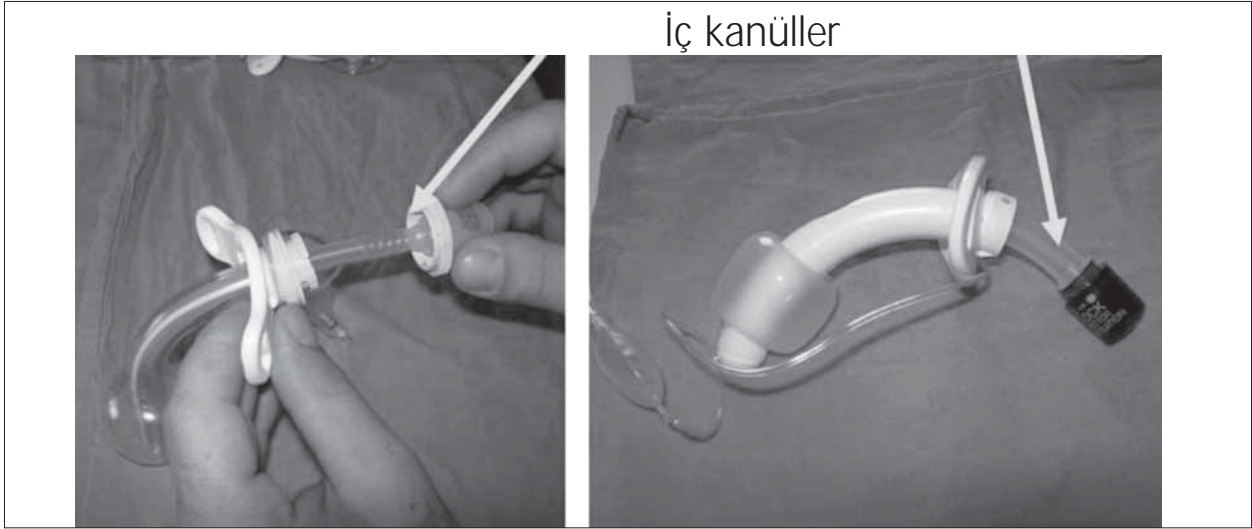
**Şekil 4.** Trakeostomi kanülü balon üstü aspirasyonu

basıncı balonlar engeller, trakeada beslenme bozukluğu fibroza ve fistüllere neden olur; balonda volüm düşük olunca trakea balonla dolmaz ve ağız içi sekresyon aspirasyonuna, aspirasyon pnömonisine neden olur. İdeal basınç 15-30 cmH<sub>2</sub>O'dur. Mümkünse 20 cmH<sub>2</sub>O geçilmesi önerilmez [1,3]. Bu basınçlar kuf metre ile ölçülür, bu cihaz yoksa elle ölçülen tansiyon aletlerinin manometresi ile de ölçülebilir.

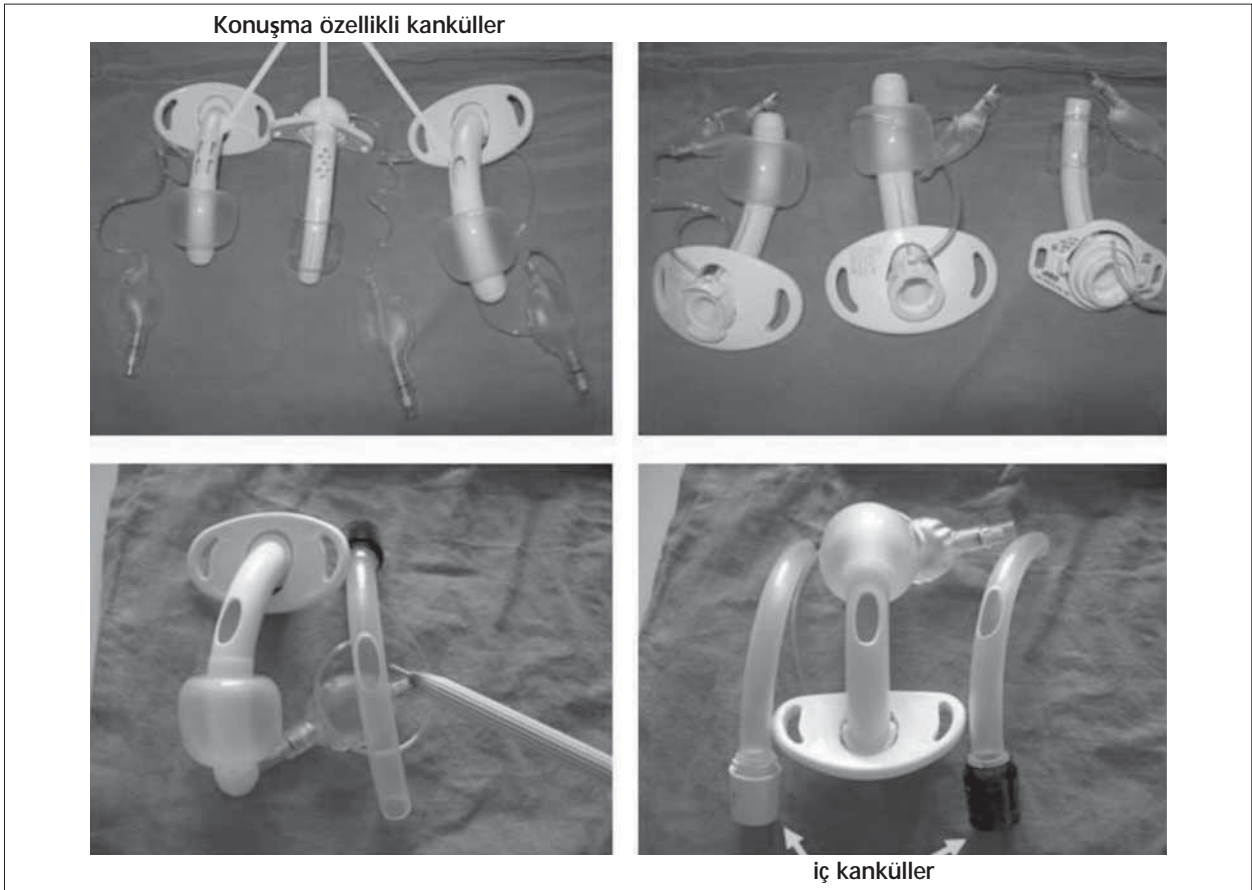
Trakesotomi kanül balonunun üst kısmında ağızdan gelen sekresyonlar birikir. Kuf üstü aspirasyon deliği olan

trakeostomi kanülleri ile o bölge aspire edilerek temizlenebilir (Şekil 4). Ya da her gün ağız içi sekresyonunun düzenli aspirasyonu yanı sıra, gün içinde birkaç kere balon indirilmeden önce aspirasyon sondası trakeada iken balon indirilip trakeaya kaçan sekresyonlar aspire edilebilir [4].

Trakesotomi kanülleri sekresyon tıkaçları ile sık sık tıkanır serum fizyolojik ile yumuşatılıp aspire edilerek açılabilir. Açılmadığı durumlarda hayatı tehdit eden durumlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle trakeostomi kanülleri iç



Şekil 5. Trakeostomide iç kanüller



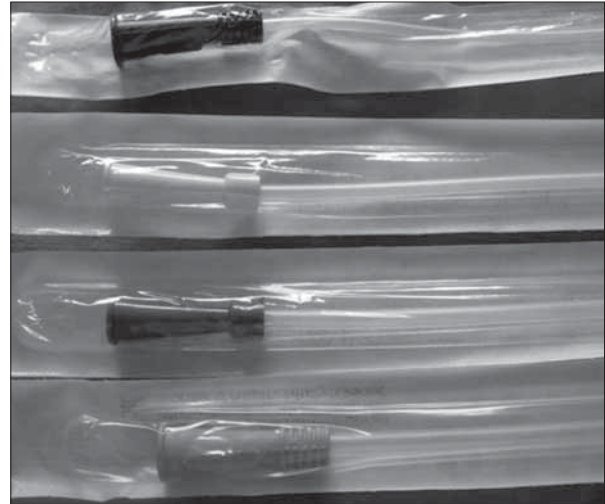
Şekil 6. Konuşma özellikli trakeostomi kanülleri

kanüllü olursa tıkanan iç kanül çıkarılıp yedek temiz iç kanül takılabilir (Şekil 5). Uzun dönem evde bakım hastalarında, iç kanüllü trakeostomi kanülleri tercih edilmesi önerilir. Ancak hava yolu darlığı olanlarda (KOA) iç kanül çapı daha dar olduğundan (hava yolu rezistansı artar) hastalarda solunum sıkıntısı ve hava açıklığına neden olurlar [5]. Kanüllerin ucuna nem tutucu antibakteriyel filtre takılması ile trakea mukozasının kurumaması ve kurutlarla tıkanması kısmen önenebilir.

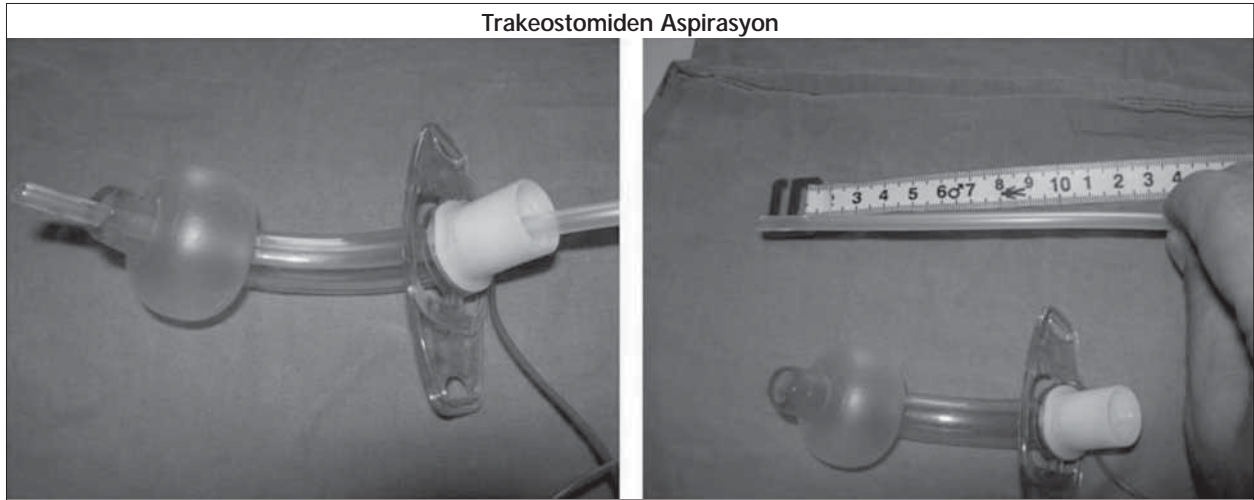
Uzun dönem evde trakeostomiden takip edilen "uygun" hastalarda konuşma özellikli kanüllerin takılması önerilir. Hastane ortamında ağız içi sekresyonu aspire edildikten sonra kliniği stabil olan ve spontan soluyan hastalar ventilatörden ayrılarak trakeostomi kanül balonu söndürülüp kanül dış kısmı parmakla kapatılıp hastanın konuşması için egzersizler yaptırılır. Trakeostomi önüne takılan özel tek yönlü hava girişine izin veren çıkışına izin vermeyen konuşma kapakları ile de konuşması sağlanabi-



Şekil 7. Balonsuz konuşma özellikli trakeostomi kanülleri



Şekil 9. Aspirasyon sondaları



Şekil 8. Trakeostomi kanülünden aspirasyon tekniği

lır. Ancak her hasta ventilatörden ayrılamayabilir, sürekli ventilatör bağımlı olabilir bu hastalara için konuşma özellikli balonun üzerindeki pencere (fenestre) den vokal kordlara hava akımı sağlayarak hastanın konuşması sağlanabilir (Şekil 6). Konuşma fizyolojik olarak ekspiryumda yapılan bir olaydır. Hastaya 5-6 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulanması konuşması kolaylaştırır. Ventilatör ihtiyacı olmayan hava yolunu koruyan ancak trakeal darlık ya da çökme nedeni ile stent gibi trakeostomi kanül ihtiyacı olan hastalar için de distal ucu uzun konuşma özellikli kanüller bulunmaktadır (Şekil 7). Tüm kanüller SGK tarafından ayaktan hastalarda karşılanmaktadır. Yıllık ihtiyaç sayısı SGK tarafından net belirlenmemiş (1 yıl içinde 1 adet ifade edilmekte), seçilen kanülün belirlenen ömrü sürecine göre kanül yenilenmelidir. Hastanede yatan hastalarda 7 günde bir; evdeki hastalarda 4 haftada bir; iç kanüllü trakeostomi kanülleri ise dış kanülü 3 ayda bir değişmesi üretici firmaları tarafından önerilir (daha erken de gerektiğinde değiştirilmelidir).

Trakeostomi kanül aspirasyonu sırasında trakea ve karena mukozasına zarar vermemek için kanülün boyutu-

nu 1-2 cm geçecek şekilde aspirasyon sondası, kanül içinde ilerletilip parmaklar arasında aspirasyon sondası döndürülerek aspirasyon yapılır ve 15 saniyede aspirasyon sonlandırılmalıdır (Şekil 8). Sondanın zor ilerlediği durumlarda kanül tıkanıklığı düşünülerek kanülün değiştirilmesi ve ya iç kanülün çıkarılıp yenisini takılması önerilir. Kanül iç çapları ne kadar küçükse aspirasyon sondaları da o kadar ince olmalıdır (Şekil 9).

#### KAYNAKLAR

1. Hess DR. Traheostomy tubes and related appliances. *Respir Care* 2005; 50: 497-510.
2. Mullins JB, Templer JW, Kong J, Davis WE, Hinson J. Airway resistance and work of breathing in tracheostomy tubes. *Laryngoscope* 1993; 103: 1367-72.
3. Dobrin P, Canfield T. Cuffed endotracheal tubes: mucosal and tracheal wall blood flow. *Am J Surg* 1977; 133: 562-8.
4. Valles J, Artigas A, Rello J et al. Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 1995; 122: 179-86.
5. Cowan T, Op't Holt TB, Gegenheimer C, Izenberg S, Kulkarni P. Effect of inner cannula removal on the work of breathing imposed by tracheostomy tubes: a bench study. *Respir Care* 2001; 46: 460-5.

# KOAH Alevlenmelerinde Non-İnvazif Ventilasyon Uygulamaları

İrfan Uçgun

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

Noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon (NPPV), hem entübasyonu engelleme, hem de entübasyona ait komplikasyonlardan kaçınmak için yoğun bakımlarda ve genel hasta kliniklerinde kullanımı gittikçe artan bir solunum desteği yöntemidir [1, 2]. NPPV'nin akut solunum yetmezliklerinde kullanımı konusunda hastalıkları kanıt derecelerine göre sınıflandırdığımızda en kuvvetli delilleri olan hastalık da KOAH akut atağıdır [3-5]. Bu yazıda NPPV'nin sadece KOAH akut ataklarında kullanımı konusu incelenecektir.

## NPPV'nin fizyolojik etki mekanizması

Şiddetli KOAH'lılarda solunum kaslarında önemli sorunlar olur. Örneğin, amfizemde hiperinflasyon nedeniyle diyafram düzleşir, optimal uzunluğu elde edemediği için de yeterli güç oluşturamaz, kas yorgunluğu ve tidal volümde düşme izlenir. Kostalar da düzleştiği için göğüs kafesinin daha fazla genişlemesi mümkün olmaz. Hiperinflasyonlu akciğerde ventilasyonu devam ettirmek için ek solunum kasları (aksesuar) kullanılmaya başlanır, bu da oksijen ve enerji tüketiminde artma ile sonuçlanır. Oto-PEEP'in (dinamik hiperinflasyon, intrensek PEEP) de gelişmesi ile, solunumun başlatılması için gereken enerji artar ve daha fazla kas gücü gerekir. Solunum drive'nin artması sonucu solunum hızı artar, ekspirum zamanı kısalır ve oto-PEEP artar. Kısır döngünün ilerlemesi ile solunum kas yorgunluğu, ventilasyon azalması ve ventilasyon/perfüzyon oranında daha fazla bozulma gelişir [3].

Geleneksel olarak bu aşamada yapılan işlemler hava yolu rezistansını yenmek için bronkodilatörler, antiinflamatuar ajanlar, dikkatli oksijen desteği ve antibiyotiklerdir. Eğer bu yapılanlar başarılı olmazsa, klinisyenin geçmiş dönemlerde yapabileceği en önemli girişim trakea içine endotrakeal tüp yerleştirerek invazif solunum desteği uygulamak idi. Bu geleneksel yaklaşımla sıkı sıkıya ilişkilidir ancak, solunum yetmezliği için entübe edilen KOAH'lılarda hastaneden sağ olarak taburcu olma sıklığı %50-80 civarındadır. Hastaların taburcusunda yaşanan güçlüklerin en önemli nedenleri invazif ventilasyona ait üst havayolu travması, pnömotoraks ve ventilatörle ilişkili pnömoni gibi komplikasyonlardır. KOAH akut atağında NPPV uygulaması, invazif ventilasyona ait pek çok komplikasyondan koruması ve parsiyel solunum desteği sağlamadaki başarısı gibi nedenlerle önemli destek görmektedir [3-5].

## KOAH akut atağında NPPV kullanımı

İlk kez 1990 yılında Brochard ve arkadaşları tarafından KOAH akut atak hastalarında yüz maskesi ile basınç desteği solunumu (PSV) uygulanarak entübasyon sıklığı, mekanik ventilasyon süresi ve yoğun bakımda kalış süresinin anlamlı düşürülebileceği gösterilmiştir. Daha sonra birçok kontrollü çalışma ile bu bilgi daha da geliştirilmiştir. Örneğin, Bott ve arkadaşları dispne skoru, PaCO<sub>2</sub> ve mortalitenin NPPV uygulanan grupta önemli oranda düştüğünü (%30'dan %10'a) gösterdiler. Kramer ve arkadaşları ise invazif ventilasyonun, NPPV ile %67'den %9'a düştüğünü ve solunum hızının çok hızlı bir şekilde düzeldiğini gösterdiler. Ülkemizde yapılan Çelikel ve arkadaşlarının çalışmasında ise NPPV grubunda hem entübasyon sıklığının, hem de hastanede kalış süresinin anlamlı azaldığı bulundu [3].

KOAH akut atağında NPPV'nin kullanımı sadece araştırma hastanelerinde ve tecrübeli kişilerce yapılmış bir uygulama değildir. Örneğin Plant ve arkadaşlarının çalışmasında, 236 hastalık bir KOAH akut atağı serisinde, genel göğüs hastalıkları servisinde NPPV'nin hemşireler tarafından uygulaması sonucu da entübasyon ve mortalitenin anlamlı düştüğü, fizyolojik parametrelerin erken dönemde düzeldiği gösterildi.

Bütün bu çalışmalar gösterdi ki NPPV, orta-ağır KOAH akut atak hastalarında sadece semptomları ve fizyolojik değişkenleri çabuk düzeltmiyor, aynı zamanda entübasyonu, komplikasyon ve mortalite sıklığını, bazı çalışmalara göre de hastanede kalış süresini azaltıyor. Meta analizlerde de entübasyon ve mortalite üzerine benzer etkisi doğrulandı. Örneğin Keenan ve arkadaşlarının meta-analizinde NPPV'nin KOAH akut atağında etkin olduğu ve hastane maliyetlerini standart tedaviye göre yaklaşık 3200\$ kadar düşürdüğü belirtildi. Lightowler ve arkadaşlarının meta analizinde ise, mortalite ile entübasyonun belirgin düştüğü (risk azalması mortalite için %10 ve entübasyon için %28), hastanede yatış süresinin azaldığı vurgulandı. Ancak, Keenan ve arkadaşları tarafından hafif ataklarda NPPV'nin olumlu etkisinin daha az olduğu belirtildi.

Pnömonik konsolidasyon ile birlikte KOAH akut atağı varsa, sekresyonların çok olması, bilinç değişiklikleri ve potansiyel olarak dirençli bakteri olasılığı gibi nedenlerle

**Tablo 1.** NPPV uygulamasının başarısını arttıran faktörler

	<b>Başarı göstergesi</b>
Kooperasyonu iyi	Cihaz ile senkron solunum, iyi nörolojik durum
Havayollarını koruyabilen	Uyumunun iyi olması Sekresyonu az, Hava kaçacağı az,
Çok ağır olmayan	Dişleri sağlam veya yerinde Pnömonisi yok, Düşük APACHE II skoru, Başlangıç PaCO <sub>2</sub> <92 mmHg Başlangıç pH>7.10
NPPV'ye başlangıç cevabı iyi	pH'da düzelme Solunum hızının azalması PaCO <sub>2</sub> 'nin düşmesi

**Tablo 2.** Şiddetli KOAH'da NPPV için kontrendikasyonlar [5]

<b>Kesin kontrendikasyonlar</b>
Kalp ve/veya solunum durması
Akciğer dışı şiddetli organ yetmezliği (ensefalopati GCS<10; şiddetli üst GIS kanaması, hemodinamik olarak stabil değil)
Yüz cerrahisi, travması veya deformitesi
Üst havayolu tıkanması
Koopere olamayan, sekresyonlarını temizleyemeyen
Aspirasyon için yüksek riskli hasta
<b>Relatif kontrendikasyonlar</b>
Şiddetli ek hastalık varlığı (hastanın beklenen yaşam süresini, akciğer hastalığından önce sonlandırabilecek: Malign hastalık, karaciğer hastalığı, şiddetli konjestif kalp yetmezliği vb.)
Motive edilemeyen hasta
Tıbbi tedavi ve oksijene de tam uyum sağlayamamış
Tedaviyi anlayamayacak kadar bilişsel fonksiyonları bozuk
Yeterli sigorta güvencesi olmayan
Bakıcıları olmayan
Maskeyi tolere edemeyen (Klostrrofobi)

prognozun kötü olduğu söylenebilir. Ancak yine de invazif ventilasyonun komplikasyonlarından korunmak için entübe edilmeden önce NPPV'nin denenmesi gerekir.

NPPV uygulamasındaki başarıyı etkileyen en önemli aşama uygun hastanın seçimidir. Bu seçimde hastanın tanısı, ek hastalıkları, başarısızlık göstergeleri ve belki de en önemlisi klinisyenin tüm tecrübelerini dikkate alarak verdiği yorum çok önemlidir.

KOAH akut atağında NPPV'nin başarısını öngörebilecek pekçok faktör tavsiye edilmiştir. Bunlar Tablo 1'de özetlendi. Nörolojik durumu iyi, solunum yollarını koruyabilen (aspire etmeyen ve öksürebilen) ve şiddetli asit - baz bozukluğu olmayan hastalarda başarı oranı daha yüksektir. Birkaç çalışmada ilk bir saatteki pH, PaCO<sub>2</sub> ve nörolojik durum değişikliğinin iyi yönde olmasının başarının en önemli göstergeleri olduğu belirtildi [3-5].

### **NPPV kontrendikasyonları**

Öksürememe ve sekresyonlarını atamayacak kadar güçsüz olmak NPPV için rölatif kontrendikasyonlardır. Bunlar Tablo 2'de özetlenmiştir. NPPV'ye adaptasyonun başarısı bazen uzun süreler alabilir. Üstelik bu hastalardaki uyum restriktif hastalığı olanlara göre daha zordur. Hastaların psikolojik durumu ve motivasyon eksikliği de burada olumsuz etkilidir [5].

### **Hiperkapnik KOAH akut atağında NPPV için pratik yaklaşım**

Genelde tüm hastalarda benzer teknikle uygulanır, ancak yine de bazen hastaya göre değişiklik yapılması gerekebilir [3]. Olayın aciliyetinden dolayı hızlı bir şekilde maske ve ventilatör seçimi, bağlantıların ve nemlendiricilerin hazırlanması gerekir. Çok uzun süre NPPV kullanıla-

çaksa, bazen bu seçim ve uygun maskenin bulunması günler sürebilir.

Akut durumlarda, ağızdan hava kaçaklarının daha iyi kontrol edilebilmesi nedeniyle yüz (oronazal) maskesi kullanımı tercih edilmelidir. İlk birkaç günden sonra, hastaların daha rahat uyum sağlaması nedeniyle yüz maskesinden burun maskesine geçilmesi gerekir. Maskenin yüze en uygun şekilde yerleştirilip, sabitleyici kemerler ile başa sıkıca tutturulması gerekir. Bu işlem sırasında maske kenarlarındaki sabitleyiciler ile yüz arasına bir elin bir veya iki parmağının rahatça girebiliyor olması gerekir. Maske, hava kaçaklarını engellemek için yüze çok sıkı sabitlenirse maskenin temas yerlerinde bası ülserleri gelişebilir. Değişik firmalara ait pek çok maske geliştirilmiştir, değişik boyut ve şekilde olanları vardır. Bunlardan hastanın yüzüne en uygun olan ve en rahat edeceği maskenin seçilmesi gerekir. Kafa sabitleyiciler de çok önemlidir. Bunların maskeye bağlantısının en az 3-4 adet olması gerekir.

Akut durumlarda hem yoğun bakım tipi ventilatörler, hem de taşınabilir BiPAP cihazları bu amaçla kullanılabilir. Her iki cihaz türünün de başarı oranları çeşitli çalışmalarda benzerdir. Yoğun bakım tipi cihazların avantajları, kullanışlı bir monitörlerinin olması ve gelişmiş alarm sistemleridir. Yoğun bakım tipi ventilatörlerin büyük olmaları ve kaçak kompanyasyonlarının sınırlı olması ise önemli dezavantajlardır.

NPPV'ye başlamak için maskenin uygun bir şekilde yerleştirilmesi, oksijen kaynağına bağlantının yapılması ve cihazın açılması gerekir. Bu işlem öncesi hastaya yapılacak işlemin anlatılması ve kooperasyonun şart olduğunun belirtilmesi gerekir. Hastanın yanında olduğumuz, her türlü problemiyle ilgileneceğimiz ve bir sorun olursa mutlaka bize bildirmesi gerektiği anlatılarak hastanın güveni sağlanmalıdır. Hatta bu dönemde hastanın maskesini bir süre kendisinin tutması istenilerek yapılacak işleme katılımı ve uyumu artırılabilir. Hastanın uyumu ve konforu için başlangıç basınç ayarlarının çok düşük tutulması gerekir. Daha sonra hastanın durumuna göre İnspiratuar basınç yavaş yavaş tolere ettiği seviyeye kadar çıkılabilir. Burada dikkat edilecek parametre, monitörize edilebiliyorsa tidal volümdür, bu takip edilemiyorsa PaCO<sub>2</sub>'dir. Tipik başlangıç ayarları 4-5 cmH<sub>2</sub>O PEEP (EPAP-CPAP) ve 8-12 cmH<sub>2</sub>O ispiratuar basınç desteğidir (IPAP). Apnelerin varlığı, hipoksemi derecesi ve oto-PEEP'in derecesine göre PEEP'in birer cmH<sub>2</sub>O'luk değişikliklerle ayarlanması gerekir. İnspiratuar (IPAP) ve ekspiratuar basınçlar arasındaki fark basınç desteği (PS) olarak adlandırılır. Bu basınç desteğinin hastanın durumuna göre solunum sıkıntısının

şiddetine ve gerçekleşen tidal volüme göre 7-16 cmH<sub>2</sub>O arasında olması idealdir.

Hastanın ventilatörle uyumunun sağlanması için sürekli desteklenmesi ve motive edilmesi gerekir. Yeterli uyum sağlandıktan sonra maskeye ait kafa sabitleme bağları sıkılaştırılıp son şekli verilir. Bazı ventilatörlerde bu uyum için inspiyum zamanı veya 'rise time' (inspiyum basıncına ulaşma zamanı) gibi ek bazı ayarların da yapılması gerekebilir. Hasta konforu için 'rise time'ın 0.1 sn, inspiyum zamanının da 1.0 sn'nin altında tutulması gibi ek ayarlamalar yapılabilir [3].

**Uygulama süresi:** Başlangıçta, non-invazif mekanik ventilasyon maksimum sürede kullanılmalıdır. Arteriyel kan gazı takibi ve alınan cevaba göre uygulama süresi kısaltılabilir. Arteriyel kan pH'sı kompanse olduğunda ve nefes darlığı azaldığında gündüzleri uygulamaya ara verilebilir. Ventilatörsüz - oksijen inhalasyonu altında stabil gidiş gözlemlendiğinde NPPV uygulaması sonlandırılabilir [5].

**Uygulama yeri:** Çalışmaların çoğu YBÜ'den olmakla beraber, NPPV'yi İMV'den ayıran en önemli noktalardan biri, YBÜ dışında, acil servis ve göğüs hastalıkları kliniklerinde de uygulanabilir olmasıdır. Ancak, NPPV'nin yetersiz kalması durumunda invazif ventilasyona geçiş geciktirecek ciddi bir monitörizasyon sistemi olması gerekir. Özellikle ilk 4 saatte, doktor, deneyimli bir hemşire veya fizyoterapistin yakın gözetimi altında hasta izlenmelidir.

**Yan etki ve komplikasyonlar:** Diğer NPPV uygulamalarında olduğu gibi, hava kaçağı, bası yaraları, üst solunum yollarında kuruma - akıntı, konjonktiva irritasyonu, kulak ve sinüs ağrıları, aerofaji en sık karşılaşılan komplikasyonlardır [3-5]. Bu etkilerin çoğu da ventilatör ayarlarının ve bağlantıların gözden geçirilmesi gibi basit önlemler ile giderilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Babu KS, Chauhan AJ. Non-invasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease. Effective in exacerbations with hypercapnic respiratory failure. *BMJ* 2003; 326: 177-8.
2. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002; 57: 192-211.
3. Hill NS, Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 2004; 49: 72-87.
4. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 283-91.
5. Liesching T, Kwok H, Hill NS. Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 2003; 124: 699-713

# Noninvaziv Mekanik Ventilasyonda Kullanılan Maskeler

Kürşat Uzun

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

Noninvaziv ventilasyon akut ve stabil kronik hiperkapnik solunum yetmezliğinin tedavisinde önemli bir role sahiptir. Noninvaziv ventilasyon uygulamasında cihaz seçiminden daha önemli olan maske seçimi olup hasta konforunu etkilemesinden dolayı NIV başarısında en önemli etkidir.

Maske seçimi hava kaçağı, klostrofobi, yüz derisinde eritem, aknebenzeri döküntü, deri hasarı ve göz irritasyonu gibi meydana gelen problemlerin gelişmesini güçlü bir şekilde etkiler. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde en sık kullanılan maske türü oronazal maske (%70) olup nazal maskeler daha az sıklıkta kullanılmaktadır (%30).

Son yıllarda maske endüstrisinde ortaya çıkan gelişmeler hastaların ve hekimlerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik, daha konforlu, iyi tolere edilebilen ve kullanması daha kolay olan güvenli maskelerin yapılmasına yöneliktir. İdeal bir maskede bulunması gereken özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir. Hasta anatomisi farklı olduğu için uygun maske ölçüsünü seçmek için en iyi klinik sonuçları elde etmek için zorunludur.

Noninvaziv mekanik ventilasyonda kullanılan maskeler şekillerine göre sınıflandırılırlar (Tablo 2, Şekil 1).

Kullanılan maskelerin ticari olarak erişkin ve çocuk şekilleri ve bunlarında boyutlarına göre büyük (large), orta (medium) ve küçük (small) olarak piyasada bulunmaktadır.

Piyasada bulunan maskelerin bir kısmı tek bir parçadan, bir kısmında 2 den fazla parçadan oluşmaktadır. Maskede bulunan bu parçalar; yüze temas bölgelerinde zararı azaltan yumuşak yastık kısmı (slikon, hidrojel, polipropilen, polivinil klorid) ve maskenin esas yapısını oluşturan çatı kısmıdır (polivinil klorid, polikarbon, termoplastik). Bu maskelerin çoğu şeffaf görünüme sahiptir. Maskelerin temel özelliklerinde biri kafaya sabitlemek için birden fazla bağlantı odaklarının olmasıdır. Bu bağlantı odaklarının sayısının fazla olması maskenin kafaya daha iyi bağlanmasına ve bundan dolayı NIV uygulamasında uygulanacak hedef basınca ulaşabilmesine neden olmaktadır.

Maskelerin ana çatısında bir veya birden fazla delikler olabilir, bu delikler hastanın ekspirasyonda çıkardıkları havanın tekrar solunmasını önlemek (rebreathing) içindir. Maske veya devre üzerinde hastaya dışarıdan oksijen vermeye yarayan oksijen kanülünün takılmasını sağlayan deliklerde bulunabilir. Bunların dışında uygulanacak NIV cihazına bağlı olarak hastanın verilerini ölçen makine ile maske veya devre üzerinde bağlantıyı sağlayan üçüncü bir delik olabilir.

**Tablo 1.** İdeal bir maskede bulunması gereken özellikler

Kaçığın az olduğu
Sağlam
Travmatik olmayan
Hafif ve yumuşak
Dayanıklı
Kolay eğilip bükülmeyen
Nonallerjik materyal
Hava akımına düşük rezistans
En az ölü boşluk
Düşük fiyat
Değişik ölçülerde bulunması
Maskenin kolayca hareket etmemesi ve yer değiştirmemesi için stabil olması
Takılıp çıkarılması kolay olması
Yıkanebilir olması (evde kullananlar için)
Hastane kullanımı için tek kullanımlık olması

## TÜRKİYE’DEKİ MASKE FİRMALARI

PHILIPS RESPIRONICS (Respitek Sağlık Ürünleri ve Hiz. San. ve Tic. Ltd. Şti. Tel: 0216 545 80 80)  
FISHER&PAYKEL HEALTHCARE (Fisher Paykel Sağlık Ürünleri Tic.Ltd. Tel: 0312 325 34 12)  
RESMED (Teknikel - Ticaret Sanayi Anonim Sirketi, Tel: 0212 254 74 00)  
TEKMED (Tekmed medical, Tel:0 312 397 70 92)

**Tablo 2.** Maske çeşitleri

Ağza yerleşen: hastanın dudakları arasına yerleşen ve dudak tutucusuyla tutulan araçlar
Burun maskeleri: Sadece burunu kaplayan maskeler
Burun yastıklıkları: Burun deliklerine yerleşen tıkaçlar
Oronazal: Hem ağız hem burunu kaplayan maskeler
Tüm yüz maskesi: Ağız, burun ve gözleri kaplayan maskeler
Helmet: Boyundan itibaren tüm kafayı içine alacak şekilde yüz ve kafa ile temas etmeyen maske şekli.



Şekil 1. Noninvaziv mekanik ventilasyonda kullanılan maskeler şekillerine göre sınıflandırılırlar



**KAYNAKLAR**

1. Nava S, Navalesi P, Gregoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care* 2009; 54(1): 71-82.
2. Elliott MW. The interface: crucial for successful noninvasive ventilation. *Eur Respir J* 2004; 23: 7-8.
3. Vargas F, Thille A, Lyazidi A, Brochard L. NIV for acute respiratory failure: modes of ventilation and ventilators. *Eur Respir Mon* 2008; 41: 154-72.
4. Fraticelli AT, Lelouche F, L'Her E, Taille S, Mancebo J, Brochard L. Physiological effects of different interfaces during noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2009; 37: 939-45.
5. Maggiore SM, Mercurio G, Volpe C. NIV in the acute setting: technical aspects, initiation, monitoring and choice of interface. *Eur Respir Mon* 2008; 41: 173-88.
6. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 540-77.

# Kronik Solunum Yetmezliğinde Evde Mekanik Ventilasyon

Zuhal Karakurt

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Solunumsal Yoğun Bakım Ünitesi, İstanbul, Türkiye

Ülkemiz son 10 yılda evde mekanik ventilasyon (EMV) konusunda büyük bir yol kat etmiştir. Uluslar arası rehberlerde belirtilen kriterler Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığının en son 25 Mart 2010 TC Resmi Gazetesi'nde Sayı: 27532 (Mükerrer) açıkladığı "Sağlık Uygulama Tebliği (SUT)"nde kapsamlı olarak yer almıştır. Göğüs hastalıkları uzmanlarının bu tebliğ maddelerini takip ederek hastalarına kurumlarından cihaz temin edilmesini sağlayabilirler.

EMV raporu düzenlerken göğüs hastalıkları hekimleri; endikasyonları, uygun hastayı ve uygun cihazı seçme konusunda tecrübeli olmalı ve hastasını takip etmesi gerektiğini bilmelidir. Endikasyon, hasta ve cihaz üçlüsünden birinin uyumsuzluğunda EMV'nin başarılı olması mümkün değildir. Bu tedavi protez cihazlar gibi çok yüksek maliyet gerektiren, hasta uyumuna endekslidir bir yöntemdir. Cihazın garanti kapsamı dışındaki aparatları ve değişim tarihinden önce yıpranan parçaları hastalara ek mali yük de getirmektedir [1-3].

**SUT Tebliğinde (25 Mart 2010 Resmi Gazete, sayı: mükerrer 27532) belirtilen EMV Noninvazif mekanik ventilasyon cihazları:**

## **7.3.12.A- 2-3- Bilevel Positive Airway Pressure Therapy (BPAP) cihazı**

CPAP cihazı verilme endikasyonu olup; yüksek nazal hava akımını tolere edemeyen, CPAP maskesinde önemli düzeyde hava kaçağı olan veya pozitif basınca karşı nefes verme güçlüğü yaşayan OUAS hastalarında veya Uyku ile ilişkili hipoventilasyon/hipoksemik sendromu (restriktif akciğer hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, obesite-hipoventilasyon sendromu, pulmoner parankimal veya vasküler patolojilere bağlı hipoventilasyon/ hipoksemi vb) olan hastalarda; bu durumun düzenlenecek sağlık kurulu raporunda belirtilmesi koşuluyla BPAP cihazı (auto BPAP hariç) bedelleri Kurumca karşılanır.

## **7.3.12.A- 2-4- BPAP S/T cihazı**

Uyku ile ilişkili hipoventilasyon/hipoksemik sendromu (restriktif akciğer hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, obesite-hipoventilasyon sendromu, pulmoner parankimal veya vasküler patolojilere bağlı hipoventilas-

yon/ hipoksemi vb) olan hastalarda, spontan solunumu ve tetikleme gücünün yetersiz olduğunun düzenlenecek sağlık kurulu raporunda belirtilmesi koşuluyla BPAP S/T cihazı bedelleri Kurumca karşılanır.

## **7.3.12.A- 2-5- BPAP S/T, AVAPS cihazı**

Polisomnografi eşliğinde yapılan BPAP S/T titrasyonunda yeterli tidal volüm sağlanamadığı veya uykuda solunum bozukluklarının ortadan kaldıramadığı hastalarda, nöromusküler ve göğüs duvarı bozukluklarına bağlı uyku ile ilişkili hipoventilasyon-hipoksemi olan restriktif akciğer hastalığı olan hastalarda (ALS, obesite-hipoventilasyon sendromu, kifoskolyoz vb.) bu durumun düzenlenecek sağlık kurulu raporunda belirtilmesi koşuluyla BPAP S/T AVAPS cihazı bedelleri Kurumca karşılanır.

## **7.3.12.A- 2-6- Adaptif basınç destekli servo ventilasyon (ASV) cihazı**

İlk gece polisomnografi tetkiki sırasında santral apne veya Cheyne-Stokes solunumunun görüldüğü hastalarda titrasyon gecesinde CPAP, BPAP S/T tedavileriyle, uyku ile ilişkili solunum bozukluğu olaylarının engellenememesi veya hastanın tedaviye uyumunun ve sürekli kullanımının sağlanamaması veya ilk gece polisomnografi tetkiki sırasında, ön planda santral apne veya Cheyne-Stokes solunumunun görüldüğü hastalarda veya ejeksiyon fraksiyonu %40'dan düşük olan konjestif kalp yetmezliği hastalarında basınç titrasyonunda CPAP, BPAP S/T tedavileri uygulanmaksızın, bu durumun düzenlenecek sağlık kurulu raporunda belirtilmesi koşuluyla ASV cihazı bedelleri Kurumca karşılanır.

## **7.3.12.A-3- Kronik solunum yetmezliğinde NİMV cihazları verilme ilkeleri**

Kronik stabil yada yavaş ilerleyen solunum yetmezliği (gündüz yada gece karbondioksit retansiyonuna bağlı semptom varlığı, noktürnal hipoventilasyon) varlığında hastanın ilaç ve oksijen tedavisi alırken stabil dönemde solunum yetmezliğinin önlenemiyor olması NİMV cihazı verilme endikasyonu olarak kabul edilir.

Kronik solunum yetmezliğinde BPAP-S ve BPAP-S/T cihazı bedelleri Kurumca karşılanacak olup, verilmesine yönelik sağlık kurulu raporu, Göğüs Hastalıkları, Nöroloji,

Anestezi ve Reanimasyon ile yoğun bakım sorumlu uzman tabiplerinden birinin yer aldığı sağlık kurumlarında düzenlenecektir.

Sağlık kurulu raporunda hastanın kullanacağı NİMV cihazının türü ve birlikte kullanılacak aksesuarlar (maske, nemlendirici ve ısıtıcı nemlendirici gibi) yer alacaktır.

Solunumsal Uyku Hastalıklarında Non-İnvazif Mekanik Ventilasyon Cihazları Verilme İlkeleri bölümü ve numaralı maddelerde belirtilen hükümler bu bölüm içinde geçerlidir.

#### 7.3.12.A-3-1- BPAP- S cihazı

Restriktif akciğer hastalıklarında;

- $\text{PaCO}_2 \geq 45$  mmHg veya
- En az 2 lt /dk akım hızında nazal  $\text{O}_2$  desteği altında  $\text{O}_2$  saturasyonunun 5 dk süreyle kesintisiz  $\leq 88$  veya
- İlerleyici nöromusküler hastalıklar için maksimal inspiratuar basınç (MİP)  $\leq 60$  cm  $\text{H}_2\text{O}$  veya FVC  $\leq 50$ , olarak saptanması ve bunlara ilişkin kanıtlayıcı belgelerin (solunum fonksiyon testi, arteriyel kan gazı ölçümü) sağlık kurulu raporu ekinde yer alması koşuluyla BPAP-S cihazı bedelleri Kurumca karşılanır.

Obstrüktif akciğer hastalıkları: Uygun bronkodilatör ve  $\text{O}_2$  tedavisine rağmen;

- $\text{PaCO}_2 \geq 55$  mmHg veya
- $\text{PaCO}_2$  50 ve 54 mmHg arasında ise en az 2 lt /dk akım hızında nazal  $\text{O}_2$  desteği altında noktüral  $\text{O}_2$  saturasyonunun 5 dk süreyle kesintisiz  $\leq 88$  veya
- $\text{PaCO}_2$  50 ve 54 mmHg arasında olup, bir yılda ikiden fazla hiperkapnik atak nedeniyle hastaneye yatırılan, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı olan hastalarda; bu durumların sağlık kurulu raporunda belirtilmesi ve bunlara ilişkin kanıtlayıcı belgelerin (solunum fonksiyon testi, arteriyel kan gazı ölçümü) sağlık kurulu raporu ekinde yer alması koşuluyla BPAP-S cihazı bedelleri Kurumca karşılanır (hasta solunum fonksiyon testi yapamıyorsa bu durum sağlık kurulu raporunda açıkça belirtilecektir.).

#### 7.3.12.A-3-2- BPAP S/T cihazı

BPAP- S cihazı için tanımlanmış kriterlere ek olarak inspirasyon basınç yüksekliği (İPAP  $\geq 20$  cm  $\text{H}_2\text{O}$ ) veya yoğun bakımda izlendiği dönemlerde apne saptanan hastalarda, bu durumların sağlık kurulu raporunda belirtilmesi ve bunlara ilişkin kanıtlayıcı belgelerin sağlık kurulu raporu ekinde yer alması koşuluyla BPAP-S/T cihazı bedelleri Kurumca ödenir.

Hastalara rapor edilebilecek cihazlar ve verilme kriterleri dışında yoğun bakım ünitesinde yatarken saptanan tanıklı apne varlığı, uyku bozukluklarının gözlenmesi ve ventilatörde yüksek basınç ihtiyacı ile gerekli tidal volümü oluşturulamaması durumunda da raporda belirtmek üzere hastalara daha kompleks cihazlar (AVAPS, ev tipi ventilatör) rapor edilebilir. Hastane ve yoğun bakım yatışlarını belirgin oranda azaltan bu cihazlar yüksek maliyetine karşın faydası da göz ardı

edilmemelidir. Bir KOAH hastasının hiperkapnik atakla yoğun bakımda bir yatışı bir BİPAP/ST cihazının maliyetinden çok daha yüksektir. Endikasyon varlığında hasta uyumu varsa rapor yazılmasında gecikilmemelidir. Ülkemizdeki çok ağır KOAH hasta sayısı sigara ile savaşta rağmen önümüzdeki 20 yılda da çok yüksek olacaktır. Bununla birlikte kalp yetmezliğinde ve senil akciğerde solunum yetmezliğinde de endikasyonu olduğunu düşünürsek günümüzde olduğundan çok az hastaya rapor düzenlendiğini tahmin edebiliriz. Ancak kullanılan cihazın hastaya faydası yoktur. SGK yıllık kontrollerde yılda 1200 saatten az cihazını kullanan hastalarının cihazlarını geri iade almak için aynı Resmi Gazetede SUT yazında belirtmiştir. Hem “Yeşil Kart” hem SGK tarafından temini sağlanan bu cihazların kullanımının etkili olabilmesi için günde en az 4 saat, haftada 20 saat, yılda 1200 saat kullanılması gerekir. Cihazlar tek başına yaşayan hastalara uyumlu olsalar bile güvenlik sorunu nedeni ile yazılmamalıdır. Rapor düzenleyen hekim hastasını ve cihazını 2 ay aralıklarla kontrol edebilmeli, acil sorunlar için 24 saat destek verebilmelidir. Bunu sağlayamayan hekimler hastalarını bu konuda deneyimli merkezlere yönlendirebilirler.

#### Trakeostomiden invazif mekanik ventilasyon (T-IMV) endikasyonları:

SUT'ta T-IMV tedavi endikasyonuna açıklık getirilmemiştir. Evde T-IMV gereği, göğüs hastalıkları idaresindeki YBÜ'lerde çok sık karşılaşılar. Çoğu kronik solunum yetmezlikli hasta entübe olduğunda mekanik ventilasyondan ayrılamamakta veya ayrılması aylar sürmektedir. YBU de 21 günden fazla süredir günde 6 saatten fazla IMV ihtiyacı olan hastalar için eve IMV endikasyonu olduğu düşünülmelidir [4]. NİMV uygulanan hastalar arasında evde 16 saatten fazla NİMV ihtiyacı olanlar için de IMV endikasyonu doğar. Bu grup hastalar ve yakınları isterlerse trakeostomiden sürekli ya da aralıklı IMV desteğinde takip edilirler. IMV cihazları NİMV cihazlarından daha kompleks, daha fazla alarmları olan pahalı cihazlardır. Hastalara eve IMV raporu YBÜ'de çalışan hekimler tarafından yazılmalı, hasta yakınları trakeostomiden aspirasyon, ventilatör bozulduğunda acil hastayı balonla havalandırma konusunda eğitilmelidir. Uluslararası rehberlerde hastalara 2. cihaz yedek olarak acil durumlar için temin edilirken ülkemizde böyle bir olanak henüz yoktur. İnternal batarya olması da bu cihazlar için olmazsa olmaz bir özelliktir.

T-IMV, NİMV den daha fazla hasta yakını desteğiyle ilişkili bir destek tedavi yöntemidir. YBU'lerin doluluk oranlarından bu hasta grupları sorumludur. Kronik IMV hastaları için evde IMV uygulama olanağı YBU lerde akut hastalara yer bulunması açısından günümüzde ve gelecekte oldukça önemli bir çözüm olacaktır. Hastanın isteği, aile desteği ve sosyal güvence birlikteliği ile bu hastaları takip edecek sorunlarını hızla çözecek özel birimlere ve deneyimli ekibe ihtiyaç vardır. T-IMV zor, pahalı bir tedavi yöntemidir. Ciddi bir sağlık politikası ile yürütülmesi gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Leger P, Muir JF. Selection of patients for long-term nasal intermittent positive pressure ventilation: practical aspects In: Roussos C (ed). Mechanical Ventilation from Intensive Care to Home Care. European Respiratory Monograph Volume 3 Monograph 8, 1998; 328-4713.
2. Golberg A, Hill N. Clinical indications for non invasive mechanical ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung diseases, COPD, nocturnal hypoventilation: a consensus report. Chest 1999; 116: 521-34.
3. Muir JF, Cuvelier A. Evaluation of candidates for long term ventilation. Respir Care Clin N Am 2002; 8: 405-18.
4. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRG consensus conference. Chest 2005; 128: 3937-54.

# Uykuda Solunum Bozuklukları Tedavisinde PAP (Positive Airway Pressure) Cihazları

Hikmet Fırat

Sağlık Bakanlığı Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uyku Bozuklukları Tanı ve Tedavi Merkezi, Ankara, Türkiye

Uykuda solunum bozukluklarının tedavisinde kullanılan tüm PAP tekniklerinde amaç üst solunum yolunun (ÜSY) uykuda açık kalmasını sağlamak, ventilasyonu düzenlemektir. Cihazların ÜSY'nun kasları üzerine etkisi olmadığı ve sadece kullanıldığı sürece "iyileştirici cihaz" etkisi gösterdiği için PAP tedavilerinin hastalığı tamamen tedavi edici etkisi (cure) yoktur [1]. Bu sebepten dolayı, hasta cihazı kullandığı süre boyunca tedaviden fayda görür. Bu konuda genel kabul gören prensip hastanın tüm kullanım süresinin >%70 olması ve kullandığı gecede >4 saat kullanmasıdır [2].

PAP tedavisinde kullanılan başlıca non-invaziv mekanik ventilatör çeşitleri ve Türkiye'de en fazla satışı olan cihaz markalarının ürettikleri modeller karşılaştırılmıştır (Tablo 1).

## CPAP Cihazı

PAP (positive airway pressure) tedavi tekniklerinin ilki olan CPAP (continuous positive airway pressure), uykuda solunum bozuklukları içinde en sık karşılaştığımız Obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS) nun standart, etkin ve güvenli bir tedavi şeklidir [3].

Cihazların ön yüzlerindeki LCD ekranda (Şekil 1) basınç değerlerini ve diğer özellikleri (ısıtıcı/rampa/maske

testi/toplam ve ortalama kullanım süreleri/motor çalışma süresi/filtre süresi/saat-tarih-alarm/otomatik açma-kapama/rakım) izleme imkanı vardır. Hastanın bu ekrandaki bazı ayarları değiştirme yetkisi yoktur. Bu ayarların değiştirilebilmesi için her cihazın kendine özgü şifre kırılma yöntemi ve "set up" ayarları vardır. Bunu, hastayı takip eden doktorun kendi değiştirmesi veya firma yetkili aracılığıyla yapması uygundur.

CPAP cihazlarına hasta kompliansını artırma için Flex ve EPR (expirium pressure relief) gibi bazı özellikler eklenmiştir. Hastanın doğal solunum siklusuna uyum sağlamayı amaçlayan bu özellikler, hastanın inspiyum-ekspiryum arası daha yumuşak geçiş yapmasını, ekspiryum yüklenmesini azaltmayı hedeflemiştir. Yapılan çalışmalarda ise bu özelliklerin klasik CPAP karşılaştırmasında etkinlik yönünden bir farkı bulunamamıştır [4,5]. Cihaz markalarının ürettikleri CPAP modelleri ve teknik özellikleri Tablo 2'de belirtilmiştir.

## Auto-CPAP (APAP) Cihazı

APAP cihazları sıklıkla pozisyonel veya REM ile ilişkili OUAS hastalarında, kullanılmaktadır. Ayrıca alkol alımı ile gece boyunca değişen üst solunum yolu kollapsabilitesi ve



Şekil 1. CPAP Cihazları ve Ayarların Yapılabildiği LCD Ekranları

Tablo 1. Ülkemizde sıklıkla satışı yapılan cihaz markalarının ürettikleri modeller

	CPAP	APAP (Auto-CPAP)	BPAP	BPAP ST	Auto BPAP	Servo-ventilatör	AVAPS
Weinmann	+	+	+	+	+	+	-
Resmed	+	+	+	+	+	+	-
Resprionics	+	+	+	+	+	+	+
Hoffrichter	+	+	+	+	-	-	-
Devillebiss	+	+	+	+	-	-	-
Fisher&Paykel	+	+	-	-	-	-	-

zaman içinde değişebilen beden kitle indeksi nedeniyle de APAP kullanımı sabit basınçlı CPAP kullanımına göre avantajlı olabilir [6]. Ayas ve ark APAP kullanımında ortalama etkin basıncın daha düşük olduğunu, ancak tedavide uyumluluk ve subjektif uyukuluk halinin devamında sabit basınçlı CPAP cihazlarına göre bir fark olmadığını bildirmişlerdir [7].

Konjestif kalp yetmezliği olanlarla, uyku ile ilişkili hipoksemi-hipoventilasyon sendromlarında ve santral uyku apnelilerde (genelde ek hastalıkla birlikte olanlar) APAP cihazlarının hem titrasyonda hem de tedavide kullanımını kontrendikedir. Cihaz markalarının ürettikleri APAP modelleri ve teknik özellikleri Tablo 3'de belirtilmiştir.

### BPAP Cihazı

1990 yılında Sanders ve Kern tarafından CPAP a alternatif olarak geliştirilmiş ve OUAS hastalarındaki potansiyel etkinliği gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarda ise; komplike olmayan OSAS hastalarında (ek olarak restriktif veya obstrüktif pulmoner patoloji, hipoksemi-hipoventilasyon sendromları vb olmayan) her iki cihazın farklı etkisi olmadığı gösterilmiştir [3,8].

OUAS tedavisinde ilk seçenek değildir, ancak CPAP tedavisini tolere edemeyen, yüksek basınca karşı nefes vermekte zorlanan, ek olarak pulmoner restriktif ve obstrüktif hastalığı olanlarda, hipoksemi-hipoventilasyon sendromlarında non-invaziv yöntemler içinde ilk seçenek olabilir [9].

BPAP modalitelerine inspiryum sonunda ve ekspiryum başında basınç geçişleri daha yumuşak yapan (ör:Biflex) özellikler eklenmiştir. Bu konuda 27 yeni OUAS tanılı hastada yapılan bir aylık takipli bir çalışmada, bu yeni tip BPAP modalitesinin konvansiyonel CPAP tedavisinden

gerek kompians ve ölçümler gerekse de uyukuluk ve yaşam kalitesinde bir fark göstermediği belirtilmiştir [10]. Cihaz markalarının ürettikleri BPAP modelleri ve teknik özellikleri Tablo 4'de belirtilmiştir.

### Otomatik BPAP Cihazı (Auto-BPAP)

Diğer PAP tekniklerine üstünlüğü henüz ispatlanmamıştır, ancak BPAP endikasyonu olup uygulanan BPAP basıncını tolere edemeyen veya efektif BPAP basıncının çok değişken olması nedeniyle uygun tedavi basıncına karar verilememesi nedeniyle kullanılması uygun görülmektedir [11].

IPAP min ve IPAP max değerlerini belirleyip aradaki IPAP-EPAP farkını en az 3 cmH<sub>2</sub>O olarak belirleyince hastanın ihtiyacına göre basınç değerleri değişmektedir [11]. Cihaz markalarının ürettikleri Auto-BPAP modelleri ve teknik özellikleri Tablo 5'te belirtilmiştir.

### BPAP - ST

ST=spontaneous - timed özelliğini içerir. Hastanın spontan solunması olmalı ancak solunum sıklığı sayısı cihaz tarafından ayarlanabilmelidir. BPAP ile solunumu düzene girmeyen, daha yüksek basınçta tedavi gereken ve özellikle santral apnelerin varlığında BPAP-ST cihazı denenmelidir [12].

Uyku ile ilişkili hipoventilasyon/hipoksemik sendromu (Restriktif akciğer hastalığı, Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, Obesite-hipoventilasyon sendromu, pulmoner parankimal veya vasküler patolojilere bağlı hipoventilasyon/hipoksemi vb.) olan hastalarda, spontan solunumu ve tetikleme gücünün yetersiz olduğunun belirlenmesi ile kullanma endikasyonu vardır [13]. Cihaz markalarının ürettikleri BPAP-ST modelleri ve teknik özellikleri Tablo 6'da belirtilmiştir.

**Tablo 2.** Cihaz markalarının ürettikleri CPAP modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics/ Philips	Hoffrichter	Devlbiss	Fisher & Paykel
Model	20e	S9 Elite	REMstar Pro	Vector	Sleep Cube standard	Sleep Style 200 Series
Boyut	210 x 98 x 185 mm	153 x 140 x 86 mm	180 x 140 x 100 mm	230 x 212 x 107 mm	165x213x 162 mm	275x170x 140 mm
Ağırlık	1.25kg	810 gr	1,36 kg	2 kg	1,18 kg	2 kg
Gürültü	30 dB	24 dB	< 30 dB	25 dB	26 dB	28 dB
Hafıza kartı	Dahili	☺	☺	Dahili	Dahili	☺
Kompians	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Basınç Aralığı	4-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	3-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O
Rampa süresi	5 - 30 dk	5 - 45 dk	5 - 45 dk	1-60 dk	5 - 45 dk	20 dk
Rakım Ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Manuel
Kullanma süresi	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	--	☺	☺	--	--	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	opsiyonel	☺	24	☺	--
Ek özellik	--	EPR	CFLEX	FLEXLINE	--	--

**Tablo 3.** Cihaz markalarının ürettikleri APAP modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics	Hoffrichter	Devilbiss	Fisher&Paykel
Model	Somnoblance-e	S9 Autoset	REMstar Auto	Vector	AutoAdjust	SleepStyle 200 Auto
Boyut	210 x 90 x 270 mm	153 x 140 x 86 mm	180 x 140 x 100 mm	230 x 212 x 107 mm	165x213x 162 mm	275x170x 140 mm
Ağırlık	1.7 kg (ısıtıcı)	810 gr	1,36 kg	2 kg	1,18 kg	1.9 kg
Gürültü (10 cmH <sub>2</sub> O basınçta)	27 dB	24 dB	< 30 dB	25 dB	26 dB	28 dB
Hafıza kartı	☺	☺	☺	Dahili	Dahili	☺
Komplians	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik Başla/ kapat	☺	☺	☺	☺	☺	--
Basınç Aralığı	4 - 20 cmH <sub>2</sub> O	4 - 20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	3-20 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O
Rampa süresi	5-30 dk	5-45 dk	5 - 45 dk	1-60 dk	5 - 45 dk	20 dk
Rampa basınç ayarlama	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Rakım Ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	0-3000 m arası-manuel
Kullanma süresi	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	☺	☺	☺	☺	☺	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	Opsiyonel	☺	--	☺	--
Ek Özellik	--	EPR	CFLEX	FLEXLINE	SMARTFLEX	SENSEAWAKE

**Tablo 4.** Cihaz markalarının ürettikleri BPAP modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics	Hoffrichter	Devilbiss
Model	Somnovent S	VPAP IV	BiPAP Pro	Vector	Sleep Cube Bilevel S
Boyut	180 x 90 x 320 mm	112x164 x 145mm	180 x 140 x 100 mm	230 x 212 x 107 mm	165x213x 162 mm
Ağırlık	3.4 kg (ısıtıcı)	1.4 kg	1.36 kg	2 kg	1,18 kg
Gürültü	28.5 dB	26 dB	< 30 dB	<26dB	26 dB
Hafıza kartı	Dahili	☺	☺	Dahili	Dahili
Komplians	☺	☺	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik başla/kapat	☺	☺	☺	☺	☺
Basınç aralığı	4-20 cmH <sub>2</sub> O	2-25 cmH <sub>2</sub> O	4-25 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	3-25 cmH <sub>2</sub> O
Rampa süresi	5-30 dk	5-45 dk	5-45 dk	1-60 dk	5 - 45 dk
Rampa basınç ayarlama	☺	☺	☺	☺	☺
Rakım ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik
Kullanma süresi	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	--	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	--	☺	☺	--	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	☺	12 V	24 V	☺
Ek Özellik	--	--	Bi-Flex	--	--

**Adaptif Servo Ventilatör (ASV)**

Polisomnografi de "Cheyne Stokes Solunum" (CSS) tanımına uyan solunum patolojisi varsa veya santral apneler ağırlıktaysa bu cihazlar tercih edilebilir. Kompleks uyku apne tanılı hastalarda da kullanımı önerilmektedir [13]. Hastadaki değişken basınç ihtiyacını sürekli ayarlamak yaparak minimum basınçlarda tutup, gereksiz idiopatik santral apnelerin de oluşumunu önler. Cihazlar önce sadece IPAP ayarını değişken tutarken, sonradan geliştirilenler hem IPAP hem de EPAP ayarlarını ihtiyaca göre ayarlayabilmektedir, böylece kombine apneli hastalarda (hem cheyne-stokes/santral apne hem de obstrüktif apneli olan hastalarda) obstrüktif apneleri yok etmek de mümkün olmaktadır [13,14].

Hastada konjestif kalp yetmezliği ön planda olup (EF <%40 ise) polisomnografide CSS varlığında doğrudan servo-ventilasyon özellikli cihazların tedavide verilmesi endikedir. ASV modlu cihazlar hipoventilasyonlu hastalar-

**Tablo 5.** Cihaz markalarının ürettikleri Auto-BPAP modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics
Model	Somnovent Auto-S	Auto 25	BiPAP Auto
Boyut	180 x 90 x 320 mm	112 x 164 x 145mm	180 x 140 x 100 mm
Ağırlık	3.4 kg (ısıtıcı)	1.3 kg (ısıtıcı hariç)	1.36 kg (ısıtıcı hariç)
Gürültü	28.5 dB	26 dB	< 30 dB
Hafıza kartı	Dahili	☺	☺
Komplians	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺
Otomatik başla/kapat	☺	☺	☺
Basınç Aralığı	4-20 cmH <sub>2</sub> O	4-25 cmH <sub>2</sub> O	4-25 cmH <sub>2</sub> O
Rampa süresi	5-30 dk	5-45 dk	5-45 dk
Rampa basınç ayarlama	☺	☺	☺
Rakım Ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik
Kullanma süresi	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	☺	☺	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	☺	12 V

**Tablo 6.** Cihaz markalarının ürettikleri BPAP-ST modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics	Hoffrichter	Devlbiss
Model	Somnovent ST	VPAP IV-ST	BiPAP ST	Vector	Sleep Cube Bilevel ST
Boyut	180 x 90 x 320 mm	112x164 x 145mm	180 x 140 x 79mm	230 x 212 x 107 mm	165x213x 162 mm
Ağırlık	3.4 kg (ısıtıcı)	1.4 kg	1.36 kg	2 kg	1,18 kg
Gürültü	28.5 dB	26 dB	< 30 dB	<26dB	26 dB
Hafıza kartı	Dahili	☺	☺	Dahili	Dahili
Komplians	☺	☺	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik başla/kapat	☺	☺	☺	☺	☺
Basınç Aralığı	4-20 cmH <sub>2</sub> O	2-25 cm H <sub>2</sub> O	4-25 cmH <sub>2</sub> O	4-20 cmH <sub>2</sub> O	3-25 cmH <sub>2</sub> O
Rampa süresi	5-30 dk	5-45 dk	5-45 dk	1-60 dk	5-45 dk
Rampa basınç ayarlama	☺	☺	☺	☺	☺
Rakım Ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik	700-1060 hPA arası otomatik	Otomatik
Kullanma süresi	☺	☺	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	☺	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	☺	☺	☺	--	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	☺	12 V	24 V	☺
Solunum desteği	1-45 solunum/dk	5-30 solunum/dk	1-30 solunum/dk	5-30 solunum/dk	1-30 solunum/dk



**Tablo 7.** Cihaz markalarının ürettikleri ASV modelleri ve teknik özellikleri

	Weinmann	Resmed	Respironics/Philips
Model	Somnovent-CR	Autoset CS2	Auto SV
Boyut	180 x 90 x 320 mm	190x240x 350 mm	180 x 140 x 100 mm
Ağırlık	3.4 kg (ısıtıcı)	3.7 kg (4.2 kg ısıtıcı)	1.36 kg (ısıtıcı hariç)
Gürültü	28.5 dB	30 dB	< 30 dB
Hafıza kartı	Dahili	Dahili	☺
Komplians	☺	☺	☺
Kullanım bilgilerini download	☺	☺	☺
Otomatik başla/kapat	☺	☺	☺
Rakım ayarlama	Otomatik	Otomatik	Otomatik
Kullanma süresi	☺	☺	☺
Otomatik kaçak kompensasyonu	☺	☺	☺
Apne-Hipopne belirleme	☺	☺	☺
12/24 V/DC seçeneği	12 V	30 V (dönüştürücü ile)	12 V
Ek Özellik	IPAP ve EPAP otomatik ayarlanır	IPAP Otomatik ayarlanır	IPAP ve EPAP otomatik ayarlanır

da ve yüksek EPAP basınç ihtiyacı olan OUAS'lu hastalarda kullanılmamalıdır [11,13]. Cihaz markalarının ürettikleri ASV modelleri ve teknik özellikleri Tablo 7'de belirtilmiştir.

### AVAPS

#### (Automatic Volume Assured Pressure Support = Otomatik volüm garantili basınç desteği)

Hastanın ihtiyacına göre sabit bir tidal volüm desteği sağlamak için basıncı artırarak (değişken aralıklarda) bu desteği verir. Hastanın her soluğunda  $V_T$  hesaplayıp, dakika ventilasyonu ( $V_E$ ), ortalama  $V_T$  ve Hedef  $V_T$  arasındaki dengeyi sağlamak için basınç ayarlaması yapar. Hedef  $V_T$  hesaplaması ideal kilo ağırlığının 8mL/kg üzerinden hesaplanması ile bulunur (veya uyanırken olan  $V_T$  nin %110'u olarak belirlenir) [13].

Hastanın tidal volümü pozisyonla ve uyku evreleriyle değişiyorsa, sabit ideal bir tidal volüm sağlamak için AVAPS özellikli BPAP cihazları kullanmak gerekir. Özellikle hipoksemi-hipoventilasyonlu obez hastalarda endikasyon düşünülebilir, ayrıca restriktif göğüs duvarı bozukluğu olanlar (ör:kifoskoloz) ve "Amyotrofik Lateral Skleroz" gibi nöromusküler bozuklukları olanlarda özellikle hipoventilasyonla baş edebilmek için kullanılması önerilmektedir [13,15]. Bu cihaz sadece Respironics markada üretilmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Kuna ST, Bedi DG, Ryckman C. Effect of nasal airway positive pressure on upper airway size and configuration. Am Rev Respir Dis 1988; 138: 969-75.
2. Engleman HM, Wild MR. Improving CPAP use by patients with the sleep apnea/hypopnea syndrome. Sleep Med Rev 2003; 7: 81-99.
3. Kushida C, Littner M, Hirshkowitz M et al. Practice parameters for the use of continuous and bilevel positive airway pressure devices to treat adult patients with sleep-related breathing disorders. Sleep 2006; 29: 375-80.
4. Bakker J, Campbell A, Neill A. Randomized controlled trial comparing flexible and continuous positive airway pressure delivery: effects on compliance, objective and subjective sleepiness and vigilance. SLEEP 2010; 33: 523-9.

5. Nilius G, Happel A, Domanski U, Rühle KH. Pressure-relief continuous positive airway pressure vs constant continuous positive airway pressure: a comparison of efficacy and compliance. Chest 2006; 130: 1018-24.
6. Sanders MH, Montserrat JM, Farre R, Givelber RJ. Positive pressure therapy. A perspective on evidence-based outcomes and methods of application. Proc. Am. Thorac. Soc. 2008; 5: 161-72.
7. Ayas NT, Patel SR, Malhotra A et al. Auto-titrating versus standard continuous positive airway pressure for the treatment of obstructive sleep apnea: results of a meta-analysis. Sleep 2004; 27: 249-53.
8. Reeves-Hoche M, Hudgel D, Meck R et al. Continuous versus bilevel positive airway pressure for obstructive sleep apnea. Am J Respir Crit Care Med 1995; 151: 443-9.
9. Schafer H, Ewig S, Hasper E, Luderitz B. Failure of CPAP therapy in obstructive sleep apnoea syndrome: predictive factors and treatment with bilevel-positive airway pressure. Respir Med 1998; 92: 208-15.
10. Gay P, Herold D, Olson E. A randomized, doubleblind clinical trial comparing continuous airway pressure with a novel bilevel pressure system for the treatment of obstructive sleep apnea. Sleep 2003; 26: 864-9.
11. Rahul K. Kakkar and Richard B. Berry. Positive Airway Pressure Treatment for Obstructive Sleep Apnea. Chest 2007; 132: 1057-72.
12. Kushida C., Chediak A., Berry R.B., Brown L.K., Gozal D., Iber C., Parthasarathy S., Quan S.F., Rowley J. A., Clinical Guidelines for the Manual Titration of Positive Airway Pressure in Patients with Obstructive Sleep Apnea. Positive Airway Pressure Titration Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. Journal of Clinical Sleep Medicine, Vol. 4, No. 2, 2008.
13. Andreea Antonescu-Turcu, Sairam Parthasarathy. CPAP and Bi-level PAP Therapy: New and Established Roles. Respir Care 2010; 55: 1216-28.
14. Randerath WJ, Galetke W, Kenter M, Richter K, Schafer T. Combined adaptive servo-ventilation and automatic positive airway pressure (anticyclic modulated ventilation) in co-existing obstructive and central sleep apnea syndrome and periodic breathing. Sleep Med 2009; 10: 898-903.
15. Storre JH, Seuthe B, Fiechter R et al. Average volume-assured pressure support in obesity hypoventilation: a randomized crossover trial. Chest 2006; 130: 815-21.

- Ülkemizde ağırlıklı olarak satışı yapılan Non-İnvaziv Mekanik Ventilatorlerin (CPAP/Auto-CPAP/BPAP/

BPAP-ST/Auto-BPAP/Servoventilatör/AVAPS) İthalatçılarının bilgileri aşağıda belirtilmiştir.

#### **Pro-Tip**

**Merkez:** Bahçelievler 2. Cadde (Prof.Dr.Muammer Aksoy Caddesi) Bahar Apt. No:38/3 (SGK Binası Karşısı) Bahçelievler, **Ankara**  
Tel.: 0312 215 28 21 [www.pro-tip.com.tr](http://www.pro-tip.com.tr)

#### **İstanbul**

Tel.: 0212 523 02 34/0212 514 95 30/  
0212 582 48 07/0216 450 57 81 [www.pro-tip.com.tr](http://www.pro-tip.com.tr)  
Cihaz markası: **Weinmann**

#### **RESPİTEK (İstanbul) /OKUMAN (Ankara)**

**Merkez:** Muhittin Üstündağ Cad.No.23 Koşuyolu, Kadıköy, **İstanbul**  
Tel.: 0216 545 80 80 [www.respitek.com.tr](http://www.respitek.com.tr)

#### **Merkez**

Kazım Karabekir Caddesi Koyunlu Han 95/95, İskitler, **Ankara**  
Tel.: 0312 384 05 20 [www.okuman.com.tr](http://www.okuman.com.tr)  
Cihaz markası: **Respironics**

#### **LABS Medikal**

**Merkez:** Serifali Mah. Sehit Sok. No:12 PK:34775 Ümraniye **İstanbul**  
Tel.: 0216 540 97 97/0212 514 19 00 [www.labs.com.tr](http://www.labs.com.tr)

Armada İş Merkezi Eşkişehir Yolu No:6 Kat:12 Söğütözü/  
**Ankara**  
0312 295 62 60 [www.labs.com.tr](http://www.labs.com.tr)  
Cihaz markası: **Hoffrichter**

#### **TEKNİKEL**

**Merkez:** Piyalepaşa Bulvarı, Kastel İş Merkezi C Blok Kasımpaşa, **İstanbul**  
Tel.: 0212 254 74 00 [www.teknikel.com/tr](http://www.teknikel.com/tr)

#### **Ankara**

Atatürk Bulvarı, Olgunlar Sokak No: 2/1 Bakanlıklar  
Tel.: 0312 425 64 24 [www.teknikel.com/tr](http://www.teknikel.com/tr)  
Cihaz markası: **Res-Med**

#### **Oİki**

**Merkez:** Ali Dede Sokak, Demirli Sitesi A Blok No:B/7 Koşuyolu - Kadıköy, **İstanbul**  
Tel.: 0216 327 69 50 - 51 [www.oiki.com.tr](http://www.oiki.com.tr)  
Cihaz markası: **Devilbiss**

#### **KARE MEDİKAL**

**Merkez**  
Ziya Gökalp Cd. 36/23 Yenışehir, **Ankara**  
Tel.: 0312 435 08 18 [www.karemedikal.com.tr](http://www.karemedikal.com.tr)

#### **İstanbul**

Tel.: 0216 540 00 94 [www.karemedikal.com.tr](http://www.karemedikal.com.tr)  
Cihaz markası: **Devilbiss**

#### **Fisher Paykel Sağlık Ürünleri Tic Ltd Şti**

**Merkez:** Alinteri Bulvarı 1161/1 Sokak No. 12-14 Ostim, **Ankara**  
Tel.: 0312 354 34 12 [www.fphcare.com](http://www.fphcare.com)  
Cihaz markası: **Fisher & Paykel**

# Yoğun Bakımda Bronkodilatatör Uygulama Teknikleri

Nalan Adıgüzel

Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Solunumsal Yoğun Bakım Ünitesi, İstanbul, Türkiye

Yoğun bakımda mekanik ventilatör ile takip edilen hastalarda inhaler ilaç tedavisi rutin olarak uygulanmakla birlikte bronkodilatatör ilaçlar en sık kullanılan inhaler ilaçlardır. Bronkodilatatör ilaçların yanında kortikosteroidler (beklametazon, budesonid), surfaktan, mukolitikler (asetilsistein), prostoglandinler (iloprost, treprostonil), antibiyotikler (aminoglikozidler) ve antifungal (amfoterisin) ilaçlarda mekanik ventilatörde olan hastalarda inhalasyon yoluyla verilebilir. Ayaktan tedavi edilen hastalarda olduğu gibi, mekanik ventilatörde olan hastalarda da inhaler ilacın etkin verilebilmesinde uygulanan yöntem ve cihazlar önemlidir. Mekanik ventilasyon sırasında yaygın olarak kullanılan inhalasyon tedavi sistemleri hava odacığı (spacer) aracılığı ile ölçülü doz inhaleri (ÖDİ) ve nebulizatörlerdir. Nebulizatör olarak jet nebulizatörler (JN), ultrasonik nebulizatörler (UN) ve vibrating mesh nebulizatörler (VM) kullanılmaktadır. JN en sık kullanılan nebulizatör olup inhalasyon, ekshalasyon ve soluk tutma anında sürekli aerosol üretirler. UN piezoelektrik kristalinin yüksek frekanslı titreşimi ile aerosol partikülleri üretir. VM nebulizatörler ise elektrik akımı geldiğinde kasılıp gevşeyen titreşimsel bir plak içerir. Bu plak üzerinde yaklaşık 1000 adet delik olup, bu deliklerden mikro püskürtme ile aerosol ilaç partikülleri oluşur.

Mekanik ventilatör ile takip edilen hastalarda aerosol ilaç kullanımı yaygın olmasına rağmen ilacın depolanmasını ve etkinliğini etkileyen faktörler günümüzde hala tam aydınlatılamamıştır [1,2]. Etkili ilaç dağılımı ilacın fiziksel, farmakokinetik ve farmakodinamik özellikleri ile beraber ilaç verilme sisteminin ve tekniğinin uygunluğu ile de çok yakından ilintilidir [3]. Birçok çalışmada aerosol veren sistemin tipi, ventilatör devresindeki yeri, ventilatör ayarları, kullanılan nemlendirici tipi gibi faktörlerin mekanik ventilasyon esnasında aerosol ilaç depolanmasını etkilediği saptanmıştır [4-8].

Mekanik ventilasyon sırasında bronkodilatatör ilaç dağılımını etkileyen faktörler; ventilatör ilintili faktörler, devre ilintili faktörler ve cihaz ilintili faktörler olmak üzere 3 kategoride sınıflandırılır:

**I. Ventilatör ilintili faktörler:** Alt solunum yolunda optimum aerosol ilaç dağılımını sağlamak için ventilatörde ayarlanan tidal volümün devre ve endotrakeal tüp volümünden fazla olması gerekir. Ayarlanan tidal volüm 500ml

ve üzerinde olduğunda ÖDİ ile yeterli aerosol dağılımı sağlanmıştır [9]. Yapılan çalışmalarda İnspiratuar zaman uzadıkça aerosol verilen yöntemden bağımsız olarak aerosol ilaç dağılımının arttığı gösterilmiştir [9,10]. Ayrıca yüksek İnspiratuar akım turbulansı ve aerosol partiküllerinin birbirleriyle birleşmesini artırarak ilaç dağılımında azalmaya neden olur dolayısıyla mekanik ventilatördeki hastalarda düşük İnspiratuar akım aerosol ilaç dağılımını artırır [10]. Etkili aerosol ilaç dağılımı için önerilen akım hızı 30-50L/d'dır. Diğer taraftan İnspiratuar akım dalga şeklide aerosol ilaç dağılımını etkilemekte olup kare akım formunda aerosol ilaç dağılımı sinüzoidal ve azalan akım formlarına göre daha az saptanmıştır [11].

**II. Devre ilintili faktörler:** Endotrakeal tüpün çapı azaldıkça aerosol ilaç dağılımı azalmaktadır [12]. Endotrakeal tüp içinde oluşan biyofilm ve biriken sekresyonlar hem tüp çapını azaltarak hem de rezistansı artırarak aerosol dağılımında azalmaya neden olur dolayısıyla aerosol ilaç verilmeden önce mutlaka endotrakeal tüp içinden aspirasyon ile sekresyonlar temizlenmelidir. Eğer ısıtıcı-nemlendiricili ventilatör devresi kullanılır ise ısıtıcı-nemlendiricisiz devrelere göre aerosol ilaç dağılımında %40'a dek varan azalma görülebilir [6,9]. Isı-nem tutucu filtreler (HMEs) ekshale edilen havadaki ısı ve nemi tutarak bunun bir kısmını inhale edilen havaya aktarırlar. Bu filtrelerin içinde bulunan materyal bir bariyer gibi davranır ve aerosol dağılımını azaltır dolayısıyla aerosol tedavi öncesi bu ısı-nem tutucu filtrelerin çıkarılması gereklidir.

**III. Cihaz ilintili faktörler:** Mekanik ventilatörle takip edilen hastalarda inhaler ilaçlar ya ölçülü doz inhalerler yada nebulizatörler vasıtası ile verilebilir. Birçok in vivo ve in vitro çalışmalarda farklı nebulizatör tipleri ve ÖDİ'ler karşılaştırılarak ilacın etkin akciğer dağılımı araştırılmıştır. In vitro çalışmalarda, nebulizatörler ile alt solunum yollarına ilaç dağılımı %0-42 [5-7,13] iken ÖDİ ile bu oran %0.3-97.5 arasında değişmektedir [7,13]. Aerosol veren cihazın ventilatör devresindeki lokalizasyonunda ilaç dağılımını etkilemektedir. Bu konuda Arı ve arkadaşlarının yaptığı in vitro çalışmada; jet nebulizatör (JN), ultrasonik nebulizatör (UN), vibrating mesh nebulizatör (VM) ve ÖDİ için hava odacığı ventilatör devresinde 3 farklı lokalizasyona konularak ilaç dağılımı ölçülmüştür [13]. Birinci pozisyonda cihaz endotrakeal tüp ile devre arasına, ikinci

pozisyonda İnspiratuar kolda Y adaptöründen 15cm uzağa, üçüncü pozisyonda ise yine İnspiratuar kolda ventilatörden 15cm uzağa yerleştirilmiştir. Hem ısıtıcı hemde ısıtıcısız devrelerde 2. pozisyonda albuterol dağılımı VM, UN, ÖDİ daha yüksek olmuştur (sırasıyla ısıtıcısız devrede %30.2, %24.7, %27.8; sırasıyla ısıtıcı devrede %16.8, %16.5,%17). JN ise 3. pozisyonda albuterol dağılımı daha fazla saptanmıştır (ısıtıcısız devrede %14.7, ısıtıcı devrede %6.0).

### Nebülizatör Tipi

Mekanik ventilatör uygulanan hastalarda aerosol ilaç dağılımında nebülizatör tipinin yanında aynı markanın farklı serilerinde bile etkinlik açısından farklılıklar saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda JN'ler UN ve VM nebülizatörlerden daha az etkili bulunmuştur [8,13,14]. Jet nebülizatörler daha ucuz olmasına rağmen UN ve VM nebülizatörler daha kısa sürede daha hızlı ilaç verirler [13,14]. Nebülizatörler ya basınçlı gaz ile sürekli yada ventilatörün gaz akımı ile senkron çalışırlar. Aralıklı nebülizasyon sürekli nebülizasyona göre daha etkili ilaç dağılımı sağlar çünkü ekshalasyon esnasında ilaç kaybı önlenir [2,4]. JN'ler değişik seviyelerde gaz akımı ve basınç ile çalışacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Her modelin 2-8lt/d arasında değişen akıma ihtiyacı vardır. Eğer düşük akım yada basınç ile çalışırsalar oluşan partikül boyutu artar ve absopsiyonu azalır [8]. UN ve VM nebülizatörler gücünü elektrikten aldıklarından gaz akımından etkilenmezler.

Hava odacığı ile ÖDİ uygulaması yoğun bakımlarda yaygın kullanılmakta çünkü hesaplı, kullanışlı ve güvenilirdir [15]. ÖDİ etkinliği; ÖDİ püskürtme zamanı, hava odacığı ve kullanım sırasında tüpü çalkalama olmak üzere 3 faktörden etkilenir. ÖDİ püskürtme zamanı inspiyum ile senkronize olmalı ve ilaç inspiyum başında sıkılmalı. Ekspiryum sırasında ilaç sıkılmasına göre %30 ilaç etkinliğinin arttığı gösterilmiştir [16]. Hızlı 2 puftan daha fazla ilaç püskürtmek, turbulansa ve partiküllerin birleşmesine bağlı olarak ilaç dağılımı azalmaktadır [16]. ÖDİ bir hava odacığı vasıtası ile uygulandığında ilaç dağılımının arttığı saptanmıştır. Rau ve arkadaşları ÖDİ 3 farklı pozisyonda uygulayarak in vitro olarak ilaç dağılımına bakmışlar [17]. Birinci pozisyonda ÖDİ bir adaptör vasıtası ile direkt endotrakeal tüpe püskürtülmüş, 2. pozisyonda devrenin İnspiratuar koluna bir hava odacığı yerleştirilerek ÖDİ püskürtülmüş ve 3. pozisyonda ise hava odacığı endotrakeal tüp ile Y adaptörü arasına yerleştirilmiş. İlaç dağılımları sırasıyla %7.3, %32.1, %29 bulunmuştur. Hava odacığını devrenin İnspiratuar koluna endotrakeal tüpten 15cm uzağa yerleştirmek ile ilaç dağılımı ve bronkodilatör cevap artar [17,18]. İlk doz verilmeden önce mutlaka ilaç tüpü çalkalanmalıdır çünkü bekleme sırasında ilaç ile itici gaz ayrışır ve %25-35 arasında ilaç dozu azalabilir [16].

**Öneriler:** Mekanik ventilasyon sırasında etkin inhaler ilaç dağılımını sağlamak için ilaç dağılımını etkileyen faktörleri ve doğru uygulama tekniğini bilmek çok önemlidir:

- Düşük akım hızı (30-50lt/dk), nebülizatör ve hasta arasındaki devrenin volümünden daha fazla tidal volüm (500ml ve üzeri), sinüzoidal yada azalan akım dalga formu hep birlikte uygulandığında aerosol ilaç dağılımı artacaktır.
- HME kullanılıyor ise ilaç verilme sırasında çıkarılmalı.
- Sekresyon varlığında ilaç uygulama öncesi hasta aspire edilmelidir.
- JN mümkün ise aralıklı kullanılmalı, eğer sürekli kullanılacak ise akım hızı 6-8lt/dk ayarlanmalı, devrede ventilatöre yakın bağlanmalıdır.
- UN, VM ve ÖDİ ventilatör devresine akım eklemeler ve İnspiratuar kola Y parçasına 15cm uzağa bağlanmalıdır.
- ÖDİ hava odacığı ile beraber kullanılmalı, kullanmadan önce çalkalanmalı, ilaç inspiyum başında püskürtülmeli ve her doz arasında 15 sn ara olmalıdır.

### KAYNAKLAR

1. Dhand R. Aerosol therapy during mechanical ventilation: getting ready for prime time. Am J Respir Crit Care Med 2003; 168: 1148-9.
2. Miller DD, Amin MM, Palmer LB. Aerosol delivery and modern mechanical ventilation: in vitro/in vivo evaluation. Am J Respir Crit Care Med 2003; 168: 1205-9.
3. Kendrick A, Smith E, Wilson R. Selecting and using nebulizer equipment. Thorax 1997; 52: 92-101.
4. Hughes J, Saez J. Effects of nebulizer mode and position in a mechanical ventilator circuit on dose efficiency. Respir Care 1987; 32: 1131-5.
5. O'Doherty MJ, Thomas SH, Page CJ, Treacher DF, Nunan TO. Delivery of a nebulized aerosol to a lung model during mechanical ventilation: effect of ventilator settings and nebulizer type, position, and volume of fill. Am Rev Respir Dis 1992; 146: 383-8.
6. O'Riordan TG, Greco MJ, Perry RJ. Nebulizer function during mechanical ventilation. Am Rev Respir Dis 1992; 145: 1117-22.
7. Thomas SH, O'Doherty MJ, Fidler HM. Pulmonary deposition of a nebulized aerosol during mechanical ventilation. Thorax 1993; 48: 154-9.
8. Ari A, Hess D, Myers T, Rau JL. A guide to aerosol delivery devices for respiratory therapists. Dallas, Texas: American Association for Respir Care; 2009.
9. Fink JB, Dhand R, Grychowski J. Reconciling in vitro and in vivo measurements of aerosol delivery from a metered-dose inhaler during mechanical ventilation, and defining efficiency enhancing factors. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 63-8.
10. Dhand R. Maximizing aerosol delivery during mechanical ventilation: go with the flow and go slow. Intensive Care Med 2003; 29: 1041-2.
11. Hess DR, Dillman C, Kacmarek RM. In vitro evaluation of aerosol bronchodilator delivery during mechanical ventilation: pressure-control vs volume-control ventilation. Intensive Care Med 2003; 29: 1145-50.
12. Crogan SJ, Bishop MJ. Delivery efficiency of metered-dose aerosols given via endotracheal tubes. Anesthesiology 1989; 70: 1008-10.
13. Ari A, Aljamhan EA, Fink JB. Influence of nebulizer type position and bias flow on aerosol drug delivery in a model of adult mechanical ventilation. Respir Care 2010; 55: 845-51.
14. Harvey CJ, O'Dorethy MJ, Page CJ. Comparison of jet and ultrasonic nebulizer pulmonary aerosol deposition during mechanical ventilation. Eur Respir J 1997; 10: 905-9.

15. Georgopoulos D, Mouloudi E, Kondili E. Bronchodilator delivery with metered- dose inhaler during mechanical ventilation. *Critical Care* 2000; 4: 227-34.
16. Everard ML, Devadson SG, Summers QA. Factors affecting total and respirable dose delivered by a salbutamol metered-dose inhaler. *Thorax* 1995; 50: 746-9.
17. Rau RL, Harwood RJ, Groff JL. Evaluation of reservoir device for metered-dose bronchodilator delivery to intubated adults: an in vitro study. *Chest* 1992; 102: 924-30.
18. Ari A, Areabi H, Fink J. Evaluation of aerosol generator device at three locations in humidified nad nonhumidified circuits during adult mechanical ventilation. *Respir Care* 2010; 55: 837-44.

# Hastanede El Temizliği ve El Dezenfektanları

Ebru akır Edis

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

Hastane enfeksiyonları hastanede yatış süresini, tedavi maliyetlerini, morbidite ve mortaliteyi artıran en önemli nedenlerden birisidir. Bu enfeksiyonlardan korunmaya yönelik tedbirlerin başında yeterli el hijyeninin sağlanması gelir. El yıkama, hastane enfeksiyonlarının önlenmesi ve azaltılmasında en etkin, basit ve ucuz yol olarak gösterilmektedir.

Eldeki normal olarak geçici ve kalıcı flora bulunur. Kalıcı floranın karakteristik üyeleri *S. hominis*, *S. capitis* ve *S. epidermidis* gibi koagülaz negatif stafilokoklardır. Bu mikroorganizmalar deri dışında hastalık oluşturmazlar ve deride oluşturdıkları enfeksiyonlar sınırlıdır. Ancak deri bütünlüğünün bozulması halinde, immün sistemi baskılanmış hastalarda veya invaziv girişim uygulanan hastalarda ciddi enfeksiyonlara neden olabilirler. Geçici flora; hastaya ait sekresyonlar ile kontamine araç ve gereçlerden sağlık personelinin eline bulaşan ve derinin yüzey kısmına yerleşen mikroorganizmalardır. Hastalık oluşturma potansiyelleri yüksektir ve sağlık personelinin kontamine elleri ile ilişkili çok sayıda salgından sorumludurlar. Geçici floranın en yaygın patojenleri, pseudomonaslar, metisilin dirençli stafilokoklar ve Enterobacteriaceae ailesine ait bakterilerdir. Kalıcı floranın azaltılması için cerrahi el yıkama gerekli ise de geçici floranın uzaklaştırılmasında hijyenik el yıkama tek başına yeterlidir [1].

## EL HİJYENİ VE TANIMLAR

**Sterilizasyon:** Herhangi bir maddenin veya cismin birlikte bulunduğu tüm mikroorganizmaların her türlü canlı ve aktif şekillerinden temizlenmesidir (vegetatif ve spor şekillerinin öldürülmesi).

**Dezenfeksiyon:** Patojen mikroorganizmaların ve çok dirençli olmayan diğer mikroorganizmaların tahrip edilmesi veya virüslerin inaktive edilmesi, yani ortamın hijyenik hale getirilmesi için sıcak ya da soğuk su ve deterjan ya da kimyasal maddelerin uygulandığı tüm işlemlere dezenfeksiyon işlemleri denir.

**Dezenfektan:** Dezenfeksiyon işleminde kullanılan kimyasal maddelere dezenfektan denmektedir. Dezenfektan maddeler enfeksiyon oluşturabilecek patojen mikroorganizmaların tahrip edilmesi için kullanılan kimyasal maddelerdir. Ancak bunların bakteri sporlarını ve tüm virüsleri öldürmeleri beklenmez.

**Sterilan:** Sterilan maddeler mikroorganizmaların sporlar dahil tüm şekillerini tahrip eden glutralaldehid,

formaldehid ya da aldehidsiz olan özel kimyasal maddelerdir.

**Asepsi:** Mikroorganizmaların vücutta enfeksiyona neden olabilecekleri herhangi bir bölgeye girmesini engellemek için sağlık kuruluşlarında harcanan çabaların tümünü tanımlayan genel bir terimdir.

**Antisepsi:** Patojen mikroorganizmaların üremelerini durdurmak veya öldürmek için canlı doku üzerine kimyasal maddelerin uygulanmasıdır. Antisepsi için kullanılan kimyasal maddelere antiseptik denir.

**Düz sabun:** Antimikrobiyal içermeyen ya da sadece koruyucu olacak kadar içeren deterjanı ifade eder. Kir ve beraberindeki mikroorganizmaların fiziksel olarak giderilmesi amacı ile kullanılır. Bu amaçla kullanılan katı sabunların açıkta bırakılmaması, sıvı sabun kaplarının ise aralıklı olarak boşaltılıp temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi gerekmektedir.

**Antimikrobiyal sabun:** Cilt florasına karşı in vitro ve in vivo etkiye sahip antiseptik madde içeren sabunu ifade eder.

**El yıkama:** Ellerin düz sabun ve su ile yıkanmasıdır. Tek kullanımlık sabunlar veya sıvı sabun tercih edilmelidir.

**El hijyeni:** El yıkama, antiseptik ile yıkama, antiseptik ile ovma veya cerrahi el antisepsisi dahil olmak üzere tüm uygulamaları kapsayan genel bir tanımdır. Hijyenik el yıkamada antibakteriyel etkinliği olan ajanlar (iyodofor, klorheksidin glukonat, triklosan, kloroksilenol) kullanılmaktadır ve amaç sadece ellerin temizlenmesi değil aynı zamanda temiz kalmasıdır.

**El antisepsisi:** Antiseptik el yıkama veya antiseptik el ovmayı ifade eder.

**Cerrahi el antisepsisi:** Cerrahi personel tarafından operasyon öncesinde geçici floranı elimine etmek ve kalıcı floranı azaltmak üzere yapılan el yıkama veya el ovma tanımlar. Klorheksidin glukonat, köpük tarzındaki deterjan solüsyonlar ve providon iyot gibi ajanlar bu amaçla kullanılan yaygın ajanlardır [1].

## EL HİJYENİ VE KULLANILAN ÜRÜNLER

Gerek hijyenik tip gerekse cerrahi tip el hijyeninde kullanılan ajanlar antiseptik özelliğe sahip maddeler olup, su ve sabunla yapılan sosyal tip yıkamalarda olduğu gibi sadece mekanik bir etki ile kir ve bakterileri azaltmayı amaçlamaz. Bu ajanlar kimyasal etki ile bakterileri öldürürler veya üremelerini durdururlar. İster hijyenik, ister

**Tablo 1.** Önemli dezenfektan ve antiseptiklerin özellikleri

Etken madde	Etkinlik	Bakteri	Virus	Tb [1]	Mantar	Spor	Korozyon etkisi	Cilt iritasyon	Göz iritasyon	Solunum iritasyon
İsopropil alkol	Orta	+	-	+	+	-	+(-)	+(-)	+	-
Hidrojen peroksit	Yüksek	+	+	+	+	+(-)	-	+	+	-
Formaldehit	Yüksek/Orta	+	+	+	+	+(-)	-	+	+	+
Kuarter bileşikler	Zayıf	+	-	+(-)	+(-)	-	-	+	+	-
Fenol bileşikler	Orta/Zayıf	+	+(-)	+(-)	+(-)	-	-	+	+	-
Klor bileşikler	Yüksek/Zayıf	+	+	+	+	+(-)	+	+	+	+
İyodoforlar	Orta	+	+		+(-)	-	+(-)	+(-)	+	-
Gluteraldehit	Yüksek	+	+		+	+	-	+	+	-

2. kaynaktan modifiye edilmiştir

cerrahi tip el dezenfeksiyonu olsun, eğer varsa önce ellerdeki görünür kirler mekanik su ve sabun ile yapılan yıkama işlemi ile uzaklaştırılmalı, daha sonra uygun antiseptiklerle eller muamele edilmelidir.

Dezenfeksiyon ve antisepsi için kullanılmakta olan kimyasal maddeler özelliklerine göre gruplandırılarak Tablo 1’de özetlenmiştir.

#### İdeal Bir Antiseptiğin Özellikleri

1. Geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olmalı,
2. Hızlı etki: Hızlı bir öldürme sağlamalı,
3. Çevresel faktörlerden etkilenmeme: Organik maddelerin varlığında (kan, balgam, dışkı gibi) aktif olmalı ve sabun, deterjanlar ve benzeri diğer kimyasallarla uyumlu olmalı,
4. Toksik olmama: Kullanıcıya zarar vermemeli,
5. İritan olmama veya minimal düzeyde olması,
6. Kullanım kolaylığı,
7. Hoş kokulu veya kokusuz olmalı,
8. Ekonomik olması: Kullanımı engelleyecek düzeyde pahalı olmamalı,
9. Dayanıklılık: Konsantr veya sulandırılmış kullanımda dayanıklı olmalı,
10. Çözünürlük: Suda çözünmeli.

**Alkoller:** Temel etki mekanizması protein denatürasyonudur. Kuduz virüsü hariç zarflı virüslerin çoğunu (örneğin Herpes simplex virüsü, Human immunodeficiency virus (HIV), Influenza virus, Respiratory syncytial virus vb.) inaktive ederler. Zarfsız virüslere etkili olabilmeleri için uzun süre ve yüksek konsantrasyonda temas etmeleri gereklidir. Alkoller hızlı bir şekilde uçtukları için kalıcı etkileri yoktur. Alkolden sonra tekrar el durulama ve silme işleminin olmaması suya bağlı kontaminasyon riskini, lavabo gerekliliğinin ortadan kalkmasını, ek zaman ihtiyacını, silme işleminin olmaması da deride travmaya bağlı iritasyon ve kontaminasyon riskini ortadan kaldırmaktadır. Alkol bazlı el antiseptikleri kolayca yanabilir. Bu nedenle saklama ve kullanma esnasında dikkatli olmak gerekir.

**Klorheksidin glukonat:** Bir katyonik bisguanidin olan klorheksidin bakterilerde hücre duvarını yıkar ve stoplazmada presipitasyona yol açar. Antibakteriyel etkisi alkollerden daha yavaştır ancak yüzeylere olan afinitesinden dolayı kalıcı etkisi çok güçlüdür. Bu yönü ile cerrahi el dezenfeksiyonunda tercih edilir. Yoğun bakım ünitesinde basit sabun yerine klorheksidin kullanılması ile hastane enfeksiyonlarının azaltıldığı gösterilmiştir. Yeni doğanlarda dikkatli kullanılması önerilmektedir. Orta kulakta ototoksositeye neden olduğu,  $\geq 1\%$  konsantrasyonlarının göze temasında konjunktivit ve korneada hasara neden olduğu bildirilmiştir.

**Heksaklorofen:** Klorheksidininkine benzer bir mekanizma ile yüksek konsantrasyonlarda hücre membranlarını tahrip eder ve stoplazmayı presipite eder. Nörotoksik bir ajandır. Bu nedenle bütünlüğü bozulmuş deri, müköz membranlar ve vücut banyoları için kullanılmamalıdır.

**İyod ve İyodoforlar:** Hücre duvarına penetre olan iyot oksidatif yolla bakterilerde elektron transportunu bozar. Bütünlüğü bozulmamış ciltten ve mukozalardan absorbe olabileceğinden uzun süre kullanıma bağlı hipotiroidi ve alerjik reaksiyonlar gelişebilir.

**Kuarterner amonyum bileşikler:** Bunların içinde alkil benzalkonyum kloridler antiseptik olarak kullanılmışlardır. Antimikrobiyal aktivitesini sitoplazmik membrana absorbe olarak ve geçirgenlik fonksiyonunu bozarak gösterir. Gram-negatif bakteriler üzerine etkisinin iyi olması nedeniyle bakterilerle kontamine olabilir. Bu nedenle 15-20 yıldır el antisepsisinde tercih edilmemiştir [1].

#### CDC’nin Sağlık Kurumlarında El Hijyeninin Sağlanması İçin Önerileri

##### 1. El yıkama ve el antisepsisi endikasyonları

a. Eller görünür biçimde kirli veya proteinli bir materyal ile kontamine oldu ise ya da kan veya diğer vücut sıvılarının görünür bulaşı söz konusu ise antimikrobiyal bir sabun ya da düz sabun ve su ile yıkanmalıdır.

b. Eller görünür biçimde bulaşık değilse; rutin kontaminasyon işlemi için alkol bazlı bir solüsyon ile eller ovulmalıdır. Alternatif olarak antimikrobiyal sabun ve su ile yıkanabilir.

c. Hastayla direkt temastan önce, sonra ve her türlü girişimden önce ve sonra eller dekontamine edilmelidir.

d. Cansız yüzeylerle temastan hemen sonra (medikal gereçler dahil) eller dekontamine edilmelidir.

e. Eldiven çıkarıldıktan sonra eller dekontamine edilmelidir.

f. Antimikrobiyal içeren ıslak mendiller, antimikrobiyal olmayan sabun ve suyla yıkama yerine kullanılabilir. Sağlık çalışanlarının ellerindeki mikroorganizma sayılarının azaltılmasında alkol bazlı solüsyon ile el ovma ya da antimikrobiyal bir sabun ve suyla el yıkama kadar etkin olmadıklarından, antimikrobiyal sabun ile el yıkama veya alkol bazlı solüsyon ile el ovma yerine kullanılamazlar.

## 2. El hijyen tekniği

a. Alkol bazlı solüsyon ile ovarak dekontaminasyon için, solüsyon bir elin avucuna alınır, iki el birleştirilerek tüm el yüzeyi ve parmaklara temas edecek şekilde kuruyuncaya dek el ovulur. Ürünün ne miktarda kullanılacağına üretici firma önerilerine göre karar verilir.

b. Eller sabun ve su ile yıkanacağı zaman, eller önce su ile ıslatılır, üreticinin önerdiği miktarda sabun ele alınır, en az 15 saniye süre ile eller tüm yüzeyler ve parmakları kapsayacak şekilde kuvvetlice ovuşturulur. Eller su ile iyice durulanır ve tek kullanımlık havlu ile kurulanır. Musluğu kapatmak için havlu kullanılmalıdır. İşlem sırasında, dermatit riskini artırabileceğinden sıcak su kullanılmalıdır.

c. Sağlık hizmet birimlerinde birden fazla kez kullanılabilen asma veya rulo tipi kumaş havlu kullanılmamalıdır.

## 3. El hijyen ürününün seçilmesi

a. Personel için irritasyonu düşük ve etkin bir el hijyen ürünü sağlanmalıdır.

b. Sağlık çalışanlarının benimsemesini en üst düzeye çıkarabilmek için, bu personelin herhangi bir ürün ile ilgili duygu, düşünce ve cilt toleransı göz önüne alınmalıdır. El hijyeni ürünlerinin maliyeti ürün seçiminde primer faktör olmamalıdır.

c. Yarım sıvı sabun kabının üzerine sabun eklenmemelidir. Tamamlama işlemi sabunun kontaminasyonuna yol açabilir [1].

## 4. Cilt bakımı

a. Sağlık çalışanına, el antisepsisi ya da el yıkama sonucu oluşabilecek irritasyona bağlı kontakt dermatiti en aza indirmek amacı ile el losyonları veya kremler sağlanmalıdır.

b. Üreticilerden, losyon, krem ya da alkol bazlı el antiseptiğinin, kurumda kullanılan antimikrobiyal sabunların kalıcı etkisi üzerine etkisinin olup olmadığı bilgisi istenmelidir [1].

## KAYNAKLAR

1. Sağlık Bakanlığı. Sağlık personeline yönelik el yıkama ve el dezenfeksiyon rehberi.
2. Gürler B. Sterilizasyon, dezenfeksiyon ve antisepside neredeyiz? ANKEM Dergisi 2006; 20: 76-83.



# Çocuklarda Yardımcı Solunum Cihazları

Sevgi Pekcan

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, Konya, Türkiye

Solunum sistemi hastalıklarında etkin ve başarılı tedavi için diğer sistem hastalıklarından farklı olarak bir takım yardımcı solunum cihazlarına ihtiyaç duyulabilir. Oral veya parenteral tedavi dışında solunum yolu kullanılarak ilaçların daha etkin ve kolay uygulanabilmesi mümkün olabilmektedir. Akciğer yüzey alanının geniş olması, uygulamanın kolay ve ağrısız olması nedeniyle sadece akciğer hastalıkları değil akciğer dışı hastalıklarda da solunum yoluyla değişik yöntemlerle ilaç uygulamaları yapılmaktadır. İnhalasyon tedavisi çocuklarda el-ağız koordinasyonunun olmaması, kooperasyonun ve solunum kontrolünün zor olması nedeniyle yaşa uygun cihazlarla yapılır. Özellikle 3 yaş altında ve koopere olamayan çocuklarda inhaler tedavide en sık kullanılan yöntem nebulizatör ile ilaç uygulamasıdır. Yine son yıllarda taşınabilir, küçük, kısa sürede ilaç uygulaması yapılabilmesi nedeniyle e-flow da sık olarak kullanılmaktadır.

Solunum yollarındaki sekresyonların temizlenmesi ve mukosilier klerensin artırılması özellikle kistik fibrozis, bronşektazi gibi hastalıklarda enfeksiyonun sıklığını, hastaneye yatışı azaltmakta, solunum fonksiyonları üzerinde koruyucu etkisi olmakta ve yaşam kalitesini artırmaktadır. Bu amaçla da özellikle kistik fibrozisli çocuklarda daha fazla olmak üzere yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu kullanılmaktadır.

## Nebülizatörler

Nebülizatör tedavisinde amaç, bir ilacın terapötik dozunun solunabilir partiküller şeklinde bir aerosol olarak mümkün olduğunca kısa sürede, genellikle 5-10 dakika içinde, akciğerlere ulaştırılmasıdır. Nebülizatör ile kullanılmak üzere hazırlanmış özel ilaç formları vardır. Bunlara nebul adı verilmektedir. İdeal bir nebulizatörün yüksek ilaç çıkışı olmalı, nebulizatör kullanılacak ilaca uygun olmalı, nebulizasyon zamanı 5-10 dakika gibi kısa olmalıdır. Aerodinamik çapı 5 mikrondan küçük olan partiküller solunabilir partikülleri oluşturduğundan ideal bir nebulizatörde aerosolün %50'sinden fazlası 5 mikrondan küçük partiküllerden oluşmalıdır. Ayrıca solunabilir partikül oranı fazla olmalı, sağlam olmalı kolay dağılıp toplanabilir olmalıdır. Kolay temizlenebilir, taşınabilir ve ucuz olması da gerekmektedir [1,2]

Nebülizatörler, tüm dünyada, erişkinlerde ve çocuklarda özellikle solunum sistemi hastalıklarının acil tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nebülizatörler tanı ve tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Nebulizer tedavi; 2 yaş altında inhaler tedavi alması gereken çocuklarda, solunum yolları darlığında, anormal sekresyon varlığında, yüksek dozda

inhaler bronkodilatör ihtiyacında, kronik akciğer hastalığında ölçülü doz inhaler etkili değilse, yenidoğan döneminde bronkopulmoner displazide, rhDNAse gibi inhaler ilaç veya inhaler antibiyotik kullanım durumunda, bronkoprovakasyon testi uygulamasında ve hastanın başka inhaler yöntemleri kullanmadığı durumlarda tercih edilir [3,4].

Nebülizatörler, ses dalgalarıyla (ultrasonik nebulizatör) veya basınçlı hava (jet nebulizatör) ile sıvı haldeki ilaçları buhar haline getiren ve solunum yoluyla alınabilmesini sağlayan cihazlardır. Jet nebulizatörler, genellikle kompresör tarafından üretilen itici gaz (hava veya oksijen) akımıyla etki eder ve içinde aerosol şeklinde ilaç bulunan odacık ve dar tüpten oluşmaktadır. Solüsyon hava veya oksijen akımı tarafından partiküllere ayrılarak aerosol haline getirilir. Jet nebulizatör için 8 L/dk'lık bir akım hızı olmalıdır. Jet nebulizerlerden inspire edilen partikül miktarı, 6 aylıktan sonra yaşa göre değişmez.

Klasik nebulizatörler sabit çıkışlıdır. Aerosolü sabit bir hızla oluşturmakta ve aerosolün yaklaşık %60'ı ekspirasyon sırasında boşa gitmektedir. Solunumla çalışan nebulizatörler, aerosolü, inspirasyon sırasında yüksek hızla, ekspirasyon sırasında düşük hızla oluşturur ve aerosolün %70'i akciğerlere ulaşır. Dozimetrik nebulizatörler ise sadece inspirasyon sırasında elektronik olarak kontrol edilen dozlarda aerosol oluşturur ve oluşan aerosolün %100'ü inspirasyon sırasında akciğerlere ulaşabilir.

Ultrasonik nebulizatörler, bir aerosol içeren kendinden elektrikli cihazlardır ve içindeki sıvıyı titreştirerek küçük partiküllere ayırır. Sıvıyı küçük partiküllere ayırmak için çok yüksek frekanslı ultrasonik vibrasyon kullanılır. İçeri alınan havanın hızı ve volümü aerosolü hazne dışına taşımaya yetecek düzeye erişince küçük partiküller nebulizatörü terk eder, büyükler ise içeride kalarak işleme yeniden dönerler. Ultrasonik nebulizatörlerle ilaç gibi yoğun partiküller uygulandığında uygun partikül boyutunda parçalamaması ve frajil enzimleri de parçalaması nedeniyle ilacın etkinliği azalır. Bu amaçla kullanımda jet kompresörlü nebulizatörle uygulanmalıdır. Her iki nebulizatör tipinde de damlacıklar neme doymuş olduğundan hava yollarında çapları değişmez. Nebulizatörler, su buharı meydana getirerek ortamı nemlendirip sekresyonları sulandırıp atılımını kolaylaştırırlar. Suyun hava yollarında birikmesi sekresyonları inceltir, öksürük refleksini uyandırarak sekresyonların kolay atılmasını sağlar.

Etkili bir nebulizasyon da hazneye konulan volümün ve cihazın akım hızının rolü vardır. 2ml'lik bir hacim aero-

sol olarak solüsyonun %50'sini verir. 4ml'de bu oran %60-80'e; 6ml'de %70-80'e varır. Ancak süre uzadığı için tercih edilen 4ml'dir [5-8].

Çocuklarda nebulizasyon tedavisinde uygulama inhaler tedavinin başarısını etkiler bu nedenle;

- Uygulama yemeklerden önce yapılmalı,
- Hasta oturur pozisyonda olmalıdır.
- Uygulama 10 dakikadan daha uzun sürmemelidir.
- İlaçlar nebulizatörün ucuna takılan delikli yüz maskesi veya çocuk uyum sağlayabiliyorsa ağız tüpü ile verilmelidir (3 yaşından büyük uyum sağlayan çocuklarda)
- Çocuğun yaşına uygun büyüklükte maskeler kullanılmalıdır.
- Maske ile kullanımda burun, inhale edilen partiküllerin önemli bir kısmını tuttuğu için burun solunumu yapılmamalı, çocuğun ağızdan nefes alması sağlanmalıdır.

Nebulizasyon sırasında hasta normal tidal volümde solunum yapmalıdır. Derin ve hızlı inspiryum yapıldığında ilacın önemli bir kısmı orofarenkste depolanıp kalmaktadır. Derin nefes alıp tutmanın anlamlı bir terapötik katkı sağlamadığı bildirilmiştir. Nebulizasyon bittikten sonra cihazda kalan rezidüel sıvı boşaltılmalıdır. Aksi takdirde ilaç kristalize olarak nebulizatörün kanallarını tıkayabilmektedir [3,6-9].

Çocuklarda nebulizatör maskesinin yüzden 1 cm uzakta olması inspire edilen dozu %50, 2 cm uzakta olması ise %80 oranında azaltmaktadır. Nebülize edilecek ilaçlar vücut ısısına yakın sıcaklıkta olmalıdır. İlaç miktarı 2,5 ml'den az ise 3-4 ml olacak şekilde %0.9 NaCl ile sulandırılmalıdır. Antibiyotik uygulanacaksa, hasta ayrı bir odaya alınmalıdır. Partiküllerin atmosfere dağılımını önlemek amacıyla özel filtreler kullanılır. İlaçlar kullanılmadan hemen önce hazırlanmalı, bekletilmemeli ve ışıktan korunmalıdır. Enjektörler, her kullanım sonrası mutlaka değiştirilmelidir. Cızırtı sesi duyulmaya başladıktan yaklaşık 1 dakika sonra işlem sonlandırılmalıdır [2,3].

İşlem sonrası hastanın yüzü yıkanmalı ağızı duru su ile çalkalanmalıdır. Standart jet nebulizatörlerde, tüpler ve antibiyotikler için kullanılan ağızlıklar her 3 ayda bir değiştirilmelidir. Tüm nebulizasyon sistemi sadece tek hasta için kullanılmalıdır. Nebulizatör ile tedavinin, taşıma güçlüğü, pahalı olması, devamlı bakım gerektirmesi, gürültülü olması, güç kaynağına ihtiyacı olması, damlacık yolu ile bulaşan enfeksiyonlara açık olması ve yüksek dozlarda inhale ilaçların sistemik yan etkilerin ortaya çıkması gibi dezavantajları vardır. Bu nedenle diğer inhaler yöntemleri kullanılabilecek duruma gelen çocuklarda diğer yöntemlere geçilmelidir [3,9].

Nebulizatörün temizlenmesinde nebulizasyon işlemi tamamlandıktan sonra maske (veya ağızlık), ilaç haznesi ve bağlantı hortumu birbirinden ayrılır. Nebülizer, yüz maskesi ya da ağız tüpü ile birlikte sıcak su ve sıvı sabunla çalkalanır. Dezenfeksiyon beş dakika süreyle suda kaynatılarak, bulaşık makinasında 70°C üzerinde yarım saat yıkama ile yapılır. Durulama steril suyla veya 5 dk kaynamış suyla yapılır. Havada kendiliğinden kurumaya bırakılır veya temiz bezle kurulanır. Parçalar birleştirilerek

kutusunda saklanır. Ayrıca haftada 2 gün sıcak sabunlu su ile yıkanıp iyice kurutulmalıdır. Kullanım sıklığına göre aralıklı olarak filtreleri değiştirilmelidir [3].

### e-flow

İlerlemiş teknoloji ile taşınabilir, elektronik aerosol dağılımı sağlayan e-flow etkin ve etkili tedavi uygulaması sağlarken en önemli özelliği tedavi süresini ciddi şekilde kısaltmasıdır. İçerdiği diyafram plaka enerji uygulandığında saniyede 100.000 defadan fazla titreşir. Bu hızlı titreşimle nemli hava oluşur ve optimize akciğer depolanması gerçekleşir. Bunun sonucunda semptomlar daha kolay kontrol altına alınır ve hastanın yaşam kalitesi artar. Pili gerekir, küçük ve hafiftir, kompresör gerektirmez ve vibrating mesh teknoloji ile aerosol uygular. E-flow ile uygulamada ilacın solunum yolunda kontrollü biçimde tam dağılımı mümkün olabilmektedir. Aerosol karakteristiği solunum kontrolü altındadır. Hastanın gerçek solunum karakterine benzer. Son derece kısa tedavi süresi sağlaması, düşük aerosol hızı, sessiz olması, hafif ve kolay taşınabilir olması, 4 dakika gibi kısa sürede tedavinin bitmesi avantajlarının oluşturur. Ortalama parçacık çapı 4.1µm' dur. Sessiz, dikkatli ve hassas bir şekilde ilaç uygulama imkânı sağlar. Haznedeki ilacın tümü maksimum kullanılabilir. Sterilizasyonda otoklava ve kaynatmaya uygundur. Boğaz ve ağızda minimal birikim oluşur. Maksimum ilaç uygulama kapasitesi 7 mldir. Beş ml inhale tobramisin 300 mg uygulaması 7 dakika, 2,5 ml Dornase alfa ve 2,5 ml salbutamol uygulaması 2 dakika gibi kısa sürede uygulanabilmektedir. Küçük moleküller, proteinler, peptidler ve lipozom tedaviler de dahil olmak üzere birçok ilacın solunum yoluyla kullanılmasını sağlar. Çocuklarda özellikle kistik fibrozisli hastalarda inhale tobramisin, aztreonam lizin gibi antibiyotiklerin uygulanmasında kullanılmaktadır [10-12].

### Yüksek Frekanslı Göğüs Duvarı Osilasyonu (VEST)

Sistem hava darbe jeneratörü ve bir yelek ya da göğüs kuşağından meydana gelir. Hava darbe jeneratörü, göğüs donanımını göğüs duvarını saniyede en fazla 25 kez hafifçe baskılayıp bırakacak şekilde hava ile doldurup boşaltır. Bu teknoloji yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu olarak bilinir. Yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu, hava akımı hızını artırarak akciğerlerde küçük öksürük benzeri bir kuvvet oluşturarak sekresyonun viskozitesini azaltır. Yüksek akış hızı koparma kuvveti sağlar. Bu etkiler sekresyonu küçük hava yollarından büyük hava yollarına doğru hareketlendirerek öksürükle veya aspirasyonla sekresyonun daha kolay atılmasını sağlar. Tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonları, mukus tıkaçı ve atelektazi, sekresyonun aşırı derecede artması, aşırı miktarda ve koyu kıvamda sekresyon, etkin olmayan öksürük, solunum kaslarının zayıflığı, immobilité durumlarında etkindir. Hava yolları temizliğini zorlaştıran yetersiz siliyer temizlik, yetersiz öksürme, kısıtlayıcı akciğer hastalığı durumlarında kullanılabilir. Çocuklarda en sık kistik fibroziste koyu ve fazla miktardaki sekresyonu atmak için kullanılır [13-18]. Bu amaçla bronşiyektazi, primer siliyer

diskinezi, kronik obstüktif akciğer hastalığı, ventilatöre bağlı hastalarda kullanılabilirdiği gibi göğüs kaslarının veya diyaframın tutulduğu ve buna bağlı olarak sekresyonların atılamadığı musküler distrofi, spinal musküler atrofi, Down sendromu gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Bu hastalarda kullanımı akciğer enfeksiyon sıklığını ve hastaneye yatışı azaltmaktadır. Yapılan çalışmalarda yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu tedavisinin sekresyonu temizlediği ve pulmoner fonksiyonları düzeltmeye veya idame ettirmeye konvansiyonel göğüs fizyoterapisine göre daha etkin bir biçimde yardımcı olduğu gösterilmiştir. Sekresyon klirensine etkin olması, egzersiz toleransını yükseltmesi, tedaviye uyumun hasta memnuniyetinin artması ve sağlık giderlerinin azalması en önemli avantajlarıdır. Sekresyonu en az göğüs fizyoterapisi kadar mobilize eder. Her defasında aynı tedavinin uygulanmasına imkân verir. Aerosol tedavisi ile birlikte kullanılabilir. Kolaylıkla uygulanır, taşınır. Yaşa ve çocuğun gelişimine uygun yelek veya kuşaklar giydirilerek kullanılır.

#### KAYNAKLAR

1. Muers MF. Overview of nebulizer treatment. *Thorax* 1997; 52: 25-30.
2. Sly PD, LeSouef PN. Inhaled therapy in paediatrics. *J Paediatr Child Health* 1991; 27: 7-10.
3. Guidelines prepared by a European Respiratory Society Task Force on the use of nebulizers: Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR et al. *European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. Eur Respir J* 2001; 18: 228-42.
4. Janssens HM, Tiddens HA. Aerosol therapy: the special needs of young children. *Paediatr Respir Rev.* 2006; 7: S83-5.
5. Everard ML. Aerosol delivery to children. *Pediatr Ann.* 2006; 35: 630-6.
6. Dolovich MA, MacIntyre NR, Anderson PJ, Camargo CA Jr, Chew N, Cole CH, et al. Consensus statement: aerosols and delivery devices. *American Association for Respiratory Care.* 2000; 45: 589-96.
7. Rubin BK. Nebulizer therapy for children: the device-patient interface. *Respir Care.* 2002; 47: 1314-9.
8. Dolovich M. Device Selection and outcomes of aerosol therapy: evidence based guidelines. *Chest.* 2005; 127: 335-71.
9. Allan JS, Garrity JM, Donahue DM. High-Frequency Chest-Wall Compression During the 48 Hours Following Thoracic Surgery. *Respiratory Care.* 2009; 54: 340-3.
10. Heijerman H, Westerman E, Conway S Touw D, Döring G. consensus working group. Inhaled medication and inhalation devices for lung diseases in patients with cystic fibrosis: A European consensus. *J Cyst Fibros.* 2009; 8: 295-315.
11. Waldrep JC, Dhand R. Advanced nebulizer designs employing vibrating mesh/aperture plate technologies for aerosol generation. *Curr Drug Deliv.* 2008; 5: 114-9.
12. Coates AL, Denk O, Leung K, Ribeiro N, Chan C, Green M et al. Higher Tobramycin concentration and vibrating mesh technology can shorten antibiotic treatment time in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2010; 30. [Epub ahead of print]
13. Johnson JC, Waldrep JC, Guo J, Dhand R. Aerosol delivery of recombinant human DNase I: in vitro comparison of a vibrating-mesh nebulizer with a jet nebulizer. *Respir Care.* 2008; 53: 1703-8.
14. Plioplys AV. Correspondence on "safety, tolerability, and efficacy of high-frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: an exploratory randomized controlled trial". *J Child Neurol.* 2010; 25: 1598.
15. Kempainen RR, Milla C, Dunitz J, Savik K, Hazelwood A, Williams C et al. Comparison of settings used for high-frequency chest-wall compression in cystic fibrosis. *Respir Care.* 2010; 55: 695-701.
16. Bradley JM. High frequency chest wall oscillation in cystic fibrosis. *Thorax.* 2010; 65: 189-90.
17. Osman LP, Roughton M, Hodson ME, Pryor JA. Short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax.* 2010; 65: 196-200.
18. Wheeler DM. High-frequency chest-wall compression, patient safety, and the n-of-1 construct. *Respir Care.* 2009; 54: 322-3.

# Çocuklarda Evde Mekanik Ventilasyon

Yasemin Gökdemir, Refika Ersu

Marmara Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Evde ventilatör tedavisi erişkinlerde 25 yıldır uygulanırken, çocuk hastalarda da uygulamalar son 15 yılda büyük bir hızla artmıştır. Teknolojideki yenilikler ve kullanımındaki deneyimlerin artmasıyla, yaşam beklentisi düşük, kronik solunum yetmezliğine neden olan çeşitli hastalıklarda da yaşam süresi ve kalitesini arttırmak için uygulamalar başlamıştır. Evde ventilatör uygulamalarının; hastaneden kaynaklanan enfeksiyonlarda azalma, hastanın hareketinin artışı, beslenme durumunda iyileşme, aile iletişiminin artışı, daha normal günlük yaşantı ve daha düşük hasta bakım maliyeti gibi avantajları vardır. Ancak evde mekanik ventilasyon desteği alan çocuklarda, 24 saat profesyonel sağlık ekibi tarafından izlenme, ventilatör ve ekipman yetersizliği gibi nedenlerle hipoksik beyin hasarı ya da ölüm riski de vardır. Bu yüzden evde hastayı izleyebilecek tüm aile bireylerine, hastanın bakımı, ventilatör, ekipman ve trakeostomi bakımı, olası sorunlar ve çözümleri, doktora ve hastaneye güvenli ve kısa bir sürede ulaşması için eğitim verilmeli ve iyi bir organizasyon yapılmalıdır. Evde solunum desteği sağlanan çocuklarda amaç; yaşam süresini uzatmak, başka hastalık oluşumunu engellemek, fiziksel ve psikolojik durumunu iyileştirmek, çocuğun ve ailenin yaşam kalitesini en iyi düzeye getirmek ve maliyeti azaltmaktır [1].

## Noninvaziv mekanik ventilasyon (NIMV)

Noninvaziv mekanik ventilasyon (NIMV); alveolar ventilasyonun endotrakeal tüp ya da trakeostomi gibi invaziv yöntemler kullanmaksızın gerçekleşmesidir [2]. Kronik solunum yetmezliğinde çocuklarda NIMV kullanımı hızla artmaktadır. Trakeostomi ve invaziv ventilasyon ile karşılaştırıldığında NIMV'nin birçok avantajı vardır. NIMV' de hasta konforu daha yüksektir, kolay uygulanır, komplikasyon riski daha düşüktür, sedasyon gerekmez ve hastane yatış maliyetini düşürür. NIMV evde kullanım için uygundur fakat çocuklarda NIMV kullanımında bazı zorluklar olabilir. Yüze uyan ve çocuğun uyum sağlayacağı maske seçimi ve ventilatör ile senkronizasyon başlıca problemlerdir. Tablo 1'de çocuklarda uzun dönem NIMV kullanımı gerektiren hastalıklar bildirilmiştir.

Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (NIPBV) yönteminden biri olan BiPAP (bilevel positive airway pressure) inspiryum ve ekspiryumda iki değişik düzeyde basınç sağlar ve en sık kullanılan yöntemdir. NIMV havayollarına sıklık olarak pozitif basınç (veya hacim) uygulama esasına

dayanır. Hacim ayarlı ventilatörler kullanıcıya belirli bir süre içinde akım verir, bu işlem ya hastanın kendi solunum eforuyla ya da belli bir solunum frekansının ayarlanması ile yapılır. Hastaya planlanan hacim verildikten sonra sonlanır. Pozitif basınç uygulamasında ise hastanın eforu ve havayolu karakteristiğine göre önceden ayarlanmış basınç hastaya uygulanır. Pozitif hava yolu desteği uygulamasında esas olan solunumun tetiklenmesidir. Bu da ya basınç ya da akımdaki değişiklikler ile olur. Küçük ya da zayıf çocuklar bu tetikleme yapabilecek inspiratuar akımı oluşturamayabilirler. Bu nedenle ventilatör ayarlarında frekansı hastanın solunum hızından daha yüksek hızda düzenleyerek kontrollü modda ventilasyon yapılması önerilebilir [3].

Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyonda (NIPBV) başlıca yan etkiler; gastrik distansiyon, yüz derisinde abrazyon, burunda kuruluk, sinüs konjesyonu, gözde iritasyon ve klostrifobidir [4].

## NIPBV Uygulaması

NIPBV amacıyla kullanılan cihazın sağladığı pozitif basınç nazal maske, oronazal maske (yüz maskesi), nazal

**Tablo 1.** Çocuklarda uzun dönem NIMV kullanılan hastalıklar

### Sık endikasyonlar

Obstrüktif uyku apne veya hipopne  
Kraniyofasyal sendromlar  
Obezite ile ilişkili hipoventilasyon bozuklukları  
Metabolik hastalıklar  
Serebral felç  
Nöromusküler bozukluklar  
Kifoskolyoz

### Olası endikasyonlar

Kistik fibrozis  
Akciğer transplantasyonu öncesi  
Trakeobronkomalazi  
Santral hipoventilasyon  
Konjenital santral hipoventilasyon sendromu  
Down sendromu  
Myelomeningosel  
Sütçocuğunun kronik akciğer hastalığı

yastıkçıklar ya da ağız parçası ile hastaya uygulanabilmektedir. Nazal maske en fazla kullanılan uygulama yöntemidir. Nazal maske ağızın kapalı tutulmasını, dolayısıyla iyi bir kooperasyonu ve nazal pasajın açık olmasını gerektirir. Bu nedenle daha çok kronik solunum yetmezliklerinin uzun dönem tedavisinde kullanılmaktadır. Oronazal maske nazal maskeye göre daha az hava kaçağı ve yüksek ventilasyon basıncı sağlar, hastanın ağızdan solumasına olanak verdiğinden, daha az hasta kooperasyonu gerektirir. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde daha çok tercih edilmektedir. Fakat oronazal maske de nazal maskeye göre daha rahatsız edicidir, konuşmayı ve oral alımı engeller. Oronazal ya da yüz maskesi burun ve ağızı beraber örttüğü için ventilatör bozulduğu zaman, hasta maskeyi yüzünden çıkarabilecek güce sahip değilse asfiksi gelişebilir. Uzun dönem solunum desteği sağlanan küçük çocuklarda nazal maske orta yüz hipoplazisine, bu durumda psödoprognozizme yol açmaktadır. Ayrıca küçük çocuklar hareket ederek özellikle uyku sırasında maskelerden hava kaçağına neden olabilirler. Bu yüzden özellikle küçük çocuklarda nazal maskenin kaçak yapmadığından emin olunmalıdır. Şekil 1’de kistik fibrozis tanılı hastada BİPAP uygulaması görülmektedir.

#### BİPAP Modları

BİPAP’ın BİPAP S, BİPAP S/T ve BİPAP T yöntemi olmak üzere üç değişik çalışma yöntemi vardır.

**BİPAP S; Spontan mod;** en yaygın kullanılan modlardan biridir. Hasta ile senkronize olarak çalışır. İnspiratuar ve ekspiratuar basınç makine üzerinde belirlenir ve hasta inspiyumunu başlattığında önceden belirlenmiş İPAP’ı inspiyatuar pozitif hava yolu basıncı alır, ekspiryum süresince de önceden belirlenmiş EPAP’ı ekspiratuar pozitif hava yolu basıncı alır. Özellikle nöromusküler hastalığı ya da restriktif akciğer hastalığı olan ve solunumun kontrolünde problemi olmayan hastalarda kullanılır.

**BİPAP S/T; spontan/timed mod;** bu modun kullanımı sırasında inspiyatuar ve ekspiratuar basınç belirlenir, basınçlara ek olarak, makine üzerinde bir solunum hızı belirlenir. Hastanın solunum sayısı önceden belirlenmiş solunum hızının altına düştüğünde, cihaz devreye girerek hastaya aktif solunum yaptırır. Bu mod zaman zaman apnesi olan hastalarda kullanılır.

**BİPAP T; Timed mod;** bu mod nadir olarak kullanılır. İnspiratuar ve ekspiratuar basınca ek olarak solunum sayısı ve inspiyasyon süresinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu durumda solunum işi tamamıyla makine tarafından kontrol edilmektedir. Ancak ileri derecede solunum desteğine ihtiyaç duyan hastalarda kullanılmaktadır.

NİPBV kullanımını sınırlayan bazı durumlar vardır. Solunumun durması, koopere olmayan ya da ajite hasta, hemodinamik instabilite (kontROLSÜZ hipotansiyon, aritmiler), ciddi gastrointestinal kanama, yakın zamanda geçiril-

miş üst batin cerrahisi, aşırı hava yolu sekresyonu, öksürük ve yutma mekanizmasında bozukluk, yüze ait travma, yanık ve anatomik bozukluklarda kontrendikedir.

Kronik solunum yetersizliği varlığında basınçlar oldukça düşük başlanır (İPAP/EPAP:5-6/3-4 cmH<sub>2</sub>O gibi), aşamalı olarak arttırılır (her seferinde 1-2cmH<sub>2</sub>O arttırılır). Genellikle ulaşılan basınçlar İPAP/EPAP:12-14/4-6cmH<sub>2</sub>O civarlarındadır. Bazı durumlarda daha yüksek basınçlara da çıkılabilir.

Hastanın solunum sıkıntısında azalma, solunum sayısında azalma, yardımcı solunum kaslarının kullanımında azalma, kan gazlarında iyileşme, hastanın BİPAP ile uyumlu soluması etkili bir ventilasyon sağladığının göstergesidir. Huzursuzluk, hemodinamik olarak stabilitenin bozulması, oksijenizasyonun kötüleşmesi, sekresyonların



Şekil 1. Kistik fibrozis tanılı hastada BİPAP uygulaması



Şekil 2. Bronkopulmoner displazi tanılı hastada trakeostomi ile ev ventilatörü uygulanması

temizlenmesindeki zorluklar BiPAP'ın etkili olmadığını göstermektedir [5].

### İnvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (IPBV)

Hasta 1 ay süre ile ventilatörden ayrılmıyorsa ve solunum yetmezliğinin sebebi geri dönüşümsüz ise bu hastalarda evde ventilasyon desteği açısından değerlendirme yapılmalıdır. Trakeostomi aracılığı ile ev ventilatörleri kullanılarak IPBV uygulanabilir. Prensipten olarak, non-invaziv pozitif basınçlı ventilasyon (NIPBV) uygulayamayan, uzun süreli veya yüksek basınç ihtiyacı olan hastalarda tercih edilir. Ventilatörlerle sağlanan solunum desteği esnasında balonsuz trakeostomilerden önemli miktarda hava kaçığı olmaktadır. Hacim kontrollü ventilatörlerde bu kaçıklar büyük çocuklar ve adolesanlarda daha yüksek tidal hacim ayarları ile kompanse edilebilmektedir. Bu kaçığın miktarını tespit edecek bir yöntem olmadığı için ampirik olarak ventilatör ayarları yapılmaktadır. Süt çocuğu ve küçük çocuklarda trakeostomiden kaçık miktarları fazla ve değişkendir. Bu nedenle hacim kontrollü ventilatörlerde ventilatör ayarlarının yapılması zordur. Pozitif basınçlı ventilatörlerin çoğu hacim kontrollü basınç destekli ventilatörlerdir. Basınç plato ventilasyon yöntemi kullanılarak ventilatörün istenilen basıncı vermesi sağlanabilir. Bu yöntemde ayarlanan basınca ulaşılan kadar ventilatör hacim desteği verir. İstenilen basınca ulaşılanca ventilatör hacim desteğini keser. Böylece trakeostomi tüpünden kaçıklar kompanse edilir ve istenilen tepe inspiriyum basıncı ile hastanın inspiriyum yapması sağlanır. Bu teknik süt çocuğu ve küçük çocuklarda olmak üzere tüm çocuklarda ev ventilasyonunda oldukça başarılıdır.

Evde solunum desteği en iyi şekilde balonsuz trakeostomi ve pozitif basınçlı ventilatörlerle sağlanmaktadır. Evde başarılı mekanik ventilasyondan bahsedebilmek için saturasyonu %95'in üzerinde tutan inspiratuar oksijen oranı (FiO<sub>2</sub>) değerininin %40 ya da daha az ve hastaya verilen tepe inspiratuar basınç (peak inspiratory pressure, PIP) değeri 40 cmH<sub>2</sub>O veya daha az olmalıdır [6]. Şekil 2' de bronkopulmoner displazi tanılı hastada trakeostomi ile ev ventilatörü uygulanması gösterilmektedir.

## EVDE VENTİLYASYON UYGULAMASI YAPILAN HASTALIKLAR

Evde solunum desteği sağlanan hastalıklar etyolojileri göz önünde bulundurularak 4 ana grupta toplanabilir.

### 1. Solunumun Kontrolünün Yetersizliği (Santral Hipoventilasyon)

Santral hipoventilasyon doğumsal ya da edinilmiş olabilir. Konjenital formu bazı genetik sendromlarla birlikte de olabilmekte iken, edinilmiş formu ise, genellikle merkezi sinir sistemi (MSS) enfeksiyonları, tümörleri ya da travması sonucu ortaya çıkabilmektedir. Tedavi özellikle uyku esnasında trakeostomi ile ya da nazal maske ile pozitif basınçlı ventilasyon verilmesi şeklindedir. Bebek ve küçük çocuklarda nazal maskenin stabilizasyonunun zorluğu ve maske

çıkıtığında hastanın bunu fark edip düzeltme şansı olmadığından ilk birkaç yıl trakeostomi ile invaziv ventilasyon tercih edilmekte daha sonra nazal maske ile NPBV'ye geçiş yapılmakta ve trakeostomi kapatılmaktadır [7].

### 2. Solunum kasları zayıflığı ve nöromusküler hastalıklar

Solunum kaslarındaki zayıflık inspiriyum ve ekspiriyumda yetersizliklere yol açmakta, pulmoner sekresyonların atılamaması atelettazi gelişimine ve gaz değişimi bozulmasına neden olmaktadır. Solunum sistemi enfeksiyonları, nöromusküler hastalıklardaki en önemli mortalite ve morbidite nedenidir. Bu nedenle nöromusküler hastalıklarda ev ventilasyonuna elektif olarak veya pnömoni nedeniyle gelişen solunum yetmezliği sonrasında başlanabilmektedir.

Kas zayıflığı olan hastalar, kronik solunum yetmezliğine aday olduklarından ve ilk önce geceleri uykuda iken hipoksi ve hipoventilasyon geliştireceklerinden düzenli aralıklarla gece hipoksisi ve hipoventilasyon açısından yatırılarak incelenmelidirler.

### 3. Akciğere ait hastalıklar

Akciğere ait hastalıklarda, göğüs duvarı, akciğer parankimi ve havayollarına ait patolojilerde solunum yetmezliği ortaya çıkabilmektedir.

#### a-Göğüs duvarı disfonksiyonları

Göğüs duvarı gelişimini etkileyen kısa ekstremite cüceliği, torasik distrofi, dev omfolosel gibi konjenital hastalıklarda, göğüs kafesi anomalilerinde ve ağır idiyo-patik skolyoz da belirgin restriktif akciğer hastalığına neden olabilmektedir.

#### b-Kronik obstrüktif akciğer hastalıkları

Kronik obstrüktif akciğer hastalıklarında solunum işi ve yükünün artması nedeniyle bu hastalarda zamanla solunum yetersizliği gelişebilir. Bronkopulmoner displazi (BPD), bronşiolitis obliterans ve kistik fibrozis hastaları evde ventilasyona ihtiyaç duyabilirler. İleri derecede akciğer hastalığı olan kistik fibrozisli hastalarda BiPAP uygulamasının iyi tolere edildiği, uygulamanın solunum sayısını azalttığı, solunumsal asidozu düzelttiği ve bu hasta grubunda NPBV'nun transplantasyon bekleme sürecinde köprü görevi görebileceği bildirilmiştir.

#### c-Restriktif akciğer hastalıkları

Bu hastalarda geceleri 6-8 saat süre ile uygulanan BiPAP, yorgun solunum kaslarının gece boyunca dinlendirerek gündüz CO<sub>2</sub> düzeylerinin düşmesini ve halsizlik, solunum sıkıntısı, baş ağrısı gibi semptomların ortadan kalkmasını sağlar.

### 4. Üst solunum yollarına bağlı hastalıklar

Havayollarının konjenital anomalileri, subglottik stenoz, trakeal stenoz, trakeal halkalar ve ciddi trakeomalazi uyku ve uyanıklık esnasında hipoventilasyona yol açabilir. Obstrüktif uyku-apne sendromunda (OUAS) çocuklar obstrüktif apne ya da hipoksi ve hiperkarbiye yol açan uzamış obstrüksiyon semptomları ile başvururlar. Özellikle uyku

bozukluğu, gece terlemesi, sabah baş ağrısı, gündüz uyku hali gibi noktürnal hipoventilasyon semptomları ve büyüme gelişme geriliği olan OUAS'lı çocuklarda NIMV başarıyla kullanılmaktadır. Günümüzde OUAS olan çocuk hastalarda NPBV uygulanması ile ilgili kesin bir görüş birliği olmamakla birlikte NPBV'nin adenotonsillektomi öncesinde ya da operasyonu takiben solunum problemi olan hastalarda kullanılması önerilmektedir [8].

İngiltere'de çok merkezli bir çalışmada ev ventilasyonu uygulanan 933 çocuk hasta bildirilmiştir. Etiyolojide en sık neden kas-iskelet sistemi problemleri olup, bunu sırası ile santral sinir sistemi ile ilgili hastalıklar ve respiratuar hastalıklar izlemektedir [9].

#### KAYNAKLAR

1. Fraser J, Henrichsen T, Mok Q et al. Prolonged mechanical ventilation as a consequence of acute illness. *Arch Dis Child* 1998; 78: 253-6.
2. Pierson DJ. Noninvasive positive pressure ventilation: history and terminology. *Respiratory Care* 1997; 42: 370-9.
3. Oktem S, Ersu R, Dagli E. Home Mechanical Ventilation in Children with Chronic Respiratory Failure; In Esquinas AM: Noninvasive Mechanical Ventilation. Theory, Equipment, and Clinical Applications. Springer. 2010; 387-96.
4. Teague WG. Noninvasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. *Pediatr Pulmonol*. 2003; 35: 418-26.
5. Villa MP, Pagani J, Ambrosio R et al. Mid-face hypoplasia after long-term nasal ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 1142-3.
6. Teague WG, Fortenberry JD. Noninvasive ventilatory support in pediatric respiratory failure. *Respir Care* 1995; 40: 86-96.
7. Chen ML, Keens TG. Congenital central hypoventilation syndrome: not just another rare disorder. *Paediatr Respir Rev*. 2004; 5: 182-9.
8. Amin RS, Fitton CM. Tracheostomy and home ventilation in children. *Seminars in Neonatology*. 2003; 8: 127-35.
9. Wallis C, Paton JY, Beaton S, Jardine E. Children on long-term ventilatory support: 10 years of progress. *Arch Dis Child*. 2010 Nov 25. [Epub ahead of print]

# Sarı Sayfalar

## **BERTAŞ A. Ş.**

Newport NIV ve YBU Ventilatörü

### **Ankara Ofis**

7. Cad 21.Sok No.6/3 Bahçelievler, Ankara

Tel: 0312 223 10 31-32

Faks: 0312 223 10 40

### **Yapılcan Ltd. Şti.**

Dedekorkut Mah.Aziz Mahmut Hüdayi Cad. Sefakent Sitesi No: 4/B 42080, Konya

Telefon: 0332 323 11 38 - 323 11 48

Faks: 0332 324 44 88

GSM: 0532 255 83 30

### **Ustıp Medikal Sistemler**

236 Sok. A Blok No: 5 Kat: 3 Daire: 8 Özkanlar/Bornova, İzmir

Tel: 0232 374 26 80

Faks: 0232 374 26 82

### **Antıp Teknolojik ve Tıbbi Ürünler Tic. Ltd. Şti.**

Öğretmenevleri Mah. Atatürk Bulvarı 124 - 7 /8

Antalya

Tel: 0242 229 49 60

Faks: 0242 229 42 53

### **Doğan Medikal**

Uluanak Mah. Ahmet Yesevi Cad. Huzur Apt. No:4, Sivas

Tel: 0346 224 57 04

Faks: 0346 222 28 87

### **Sena Medikal**

Örnekevler Mah. Atatürk Bulvarı Kemer Apt. 104/9

Kocasinan, Kayseri

Tel: 0352 232 25 12

Faks: 0352 232 25 13

### **Er Tıbbi Cihazlar ve Ort. Malz. San. İç ve Dış Ltd. Şti.**

Yeni Belediye Sarayı Altı, Rize

Tel: 0464 213 36 54

Faks: 0464 213 31 64

### **Meday Hastane Ürünleri San. Ve Tic. Ltd. Şti.**

Örnekevler Mah.Kocasinan Blv. Üçler Apt.No:102/1

Kocasinan, Kayseri

Tel: 0352 222 90 96

Faks: 0352 222 90 94

### **Yolaydın Medikal Tıbbi Cihazlar ve Medikal Maz. Tic.**

Kışla Mah.Günüşiği Sok. No:4/1 55050, Samsun

Tel: 0362 236 94 56

Faks: 0362 236 94 52

### **Gaziantep Ofis**

Binevler Mah. 46. Sok. No: 5 Kat: 2 Daire: 2 Şahinbey, Gaziantep

Tel: 0342 336 14 40

Faks: 0342 339 81 88

### **Ares Medikal Pazarlama ve Ltd. Şti.**

Mustafa Kemal Mah. 575. Sok. No: 55/A İskenderun

Tel: 0326 618 04 90-10

Faks: 0326 618 04 11

### **İvme Grup Medikal Sağlık Hizmetleri Pazarlama İthalat İhracat San. Ve Tic. Ltd. Şti.**

Cumhuriyet Cad. Korukçu İş Merkezi No: 4, Erzurum

Tel: 0442 214 09 53

Faks: 0442 213 89 63

### **Yeni Urartu Medikal San. Tic. Ltd. Şti.**

Kazım Karabekir Cad. Zübeyiroğulları İş Merkezi K: 2 D: 7, Van

Tel: 0432 215 39 80

Faks: 0432 214 68 84

### **Teknomed Medikal Sistemler Ltd. Şti.**

Yeni Baraj Mah. H.Ömer Sabancı Bulvarı Sulular Apt. Büro Kat No: 11 Seyhan, Adana

Tel: 0322 226 54 89

Faks: 0322 226 53 48

## **BEYMED**

CO<sub>2</sub> Gösteren Monitör

### **DMS Medikal**

Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon Tıbbi Cihaz

Kıbrıs Cad. Aslan Apt. No.15 K:2, Diyarbakır

Tel: 0412 229 56 92 -0544 960 72 85

### **Özhayat Medikal**

Tıbbi Cihaz Malzeme

Kültür Mah., 2607 Sok. No:83/C, Batman

Tel: 0488 215 57 22

### **Şifa Medikal Ltd. Şti**

Burç Apt. No:33/4, Talas Caddesi, Kayseri

Tel: 0352 232 34 97

### **Medfarma ilaç Medikal**

San.Tic.

Bahçe Mahallesi, Burhan Felek Cad., 4603 Sok.

Lebibe Apt. No:10/1, Mersin

Tel: 0324 237 32 85



**Yaren Tıbbi Malzeme Tic.**

MODEKA İş Merkezi  
Yeşillik Cad. No:230/416, 35380 Karabağlar, İzmir  
Tel: 0232 253 68 05

**Yağmur Medikal**

İnönü Mahallesi, Kavak Meydan Sok. Cem Apt. No:39/2,  
Trabzon  
Tel: 0462 223 56 96

**Ülke Medikal Tıbbi Malz. Teks. Gıda**

Saraylar Mah., Yeşilköy Cad., Denizli  
Tel: 0258 261 20 81

**ERASER**

Maske

**Medikal 17**

İsmet Paşa Mah. Arslanca Sok.No:23/A, Çanakkale  
Tel: 0286 217 55 15

**Can-Med Medikal Ger. San. Ve Tic. Ltd. Şti.**

İstiklal Mah. Duru Sok. No: 22/1, Merkez, Eskişehir  
Tel: 0212 221 19 43

**Sistol Tıbbi Alet Cih. San. Ve Tic. Ltd. Şti.**

İzmir Karayolu Kartallar Sok. Atalay 6 Sitesi, A Blok K: 2  
D: 4, Bursa  
Tel: 0224 249 00 66

**Otomed Medikal**

Doğu Cad. No: 226, Manisa  
Tel: 0232 231 74 22

**Semer Kant Med. Hayv. Gıda Tarım İnş. Ltd. Şti.**

Şükran Mah. Başarılı Cad. Evliya İş Hanı No: 138/202  
Meram, Konya  
Tel: 0332 353 50 45

**Reaktif Sağlık Ürünleri Dağıt. San. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.**

İstoç Toptancılar Çarşısı 25. Ada No: 77-79, Bağcılar,  
İstanbul  
Tel: 0212 659 77 60

**YSY Medikal**

Eski Kuyumcular Mah. Kızılay Cad. Gaye Apt. No: 27/B,  
Balıkesir  
Tel: 0266 243 93 80

**Yeni Tıp Medikal Tic. Ve Lab. Gereçleri**

Efeler Mah. Hürriyet Bulvarı No: 1, Aydın  
Tel: 0256 213 76 85

**Birmet Medikal Gıda Tic. Ltd. Şti.**

Soğuksu Mah. 302. Sok. No: 36 Dükkan 5 Merkez,  
Antalya  
Tel: 0242 334 15 15

**Trof Sağlık Ur. San. Tic. Ltd. Şti.**

Çarşı Mah. Cevizaltı Sok. Yavuz Selim İş Merkezi B Blok  
No: 77, Trabzon  
Tel: 0462 321 02 55

**Ak Tıp Medikal Sistemler Mobilya Tic. Ve San. Ltd. Şti.**

Ziya Paşa Bulvarı Ağanlar Apt. No: 85/C K: 3 D: 6 Seyhan,  
Adana  
Tel: 0322 363 08 66

**Uyar Medikal**

Esentepe Mah. 303. Sok. Tekya Apt. Altı No: 21/A  
Şanlıurfa  
Tel: 0414 315 57 18

**Akut Biyomedikal Tıbbi Ürün İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.**

Talatpaşa Bulvarı No: 113/55 Cebeci, Ankara  
Tel: 0312 310 50 38

**İdeal Tıp**

PTT Aralığı Havuzlu Çarşı, Sakarya  
Tel: 0264 271 28 00

**Eylül Sağlık**

Sait Bey Mah. Kulaca Cad. No: 44 İlkadım, Samsun  
Tel: 0362 435 98 58

**FANMEDİKA**

Anestezi ve KBB Ürünleri

**Merkez**

Adres: Karanfil Cad. Bambu Sk. No:3 / 3 Levent, İstanbul  
Tel: 0212 283 96 10 pbx  
Fax: 0212 283 96 19  
www.fanmedika.com

**Ankara Bölge Ofis**

Tel: 0312 230 55 35  
Fax: 0312 230 55 36

**İzmir Bölge Ofis**

Tel: 0232 461 99 52  
Fax: 0232 461 99 53

**Adana İrtibat Ofis**

Tel: 0 533 594 72 81

## FİLMED TIBBİ CİHAZLAR PAZ. VE TİC. A.Ş.

Endoskopi Cihazları

### Merkez

Yenişehir Mah. Baraj Yolu Cad., Aral Sok. Özkanca İşmerk.  
No:4 K:1, Ataşehir, İstanbul  
Tel: 0216 456 68 88  
Fax: 0216 455 61 80  
Gsm: 0533 697 13 42

## FORAS MEDİKAL

NIMV (GE), MV (i-vent101), Nivedek (USA)

### İstanbul Ofisi

Foras Bilg. Elektr. Medikal San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Hocapaşa Mah. Ebusuud Cad. 38/A Sirkeci Eminönü,  
İstanbul  
Tel/Faks: 0212 514 86 71

### Ankara Ofisi

Foras Bilg. Elektr. Medikal San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Azerbaycan Cad 31/E SGK Karşısı, Bahçelievler, Ankara  
Tel: 0312 225 14 22  
Faks: 0312 225 14 02

### Bahar Medikal Tıbbi Malzeme İnş.

Kalkınma Mah. 9 No.lu Sok. No: 47/B Trabzon  
Tel: 0462 325 78 23  
Faks: 0462 325 78 06

### Umut Medikal Tıbbi Cihaz ve Malzeme

G.O.P. Bulvarı Saray İşhanı No: 20 Tokat  
Tel: 0356 214 41 41  
Faks: 0356 214 41 60

### Kura Medikal Ürünleri ve Özel Sağlık Hizmetleri

Nadir Nadi Cad. No:19 Tibaş Vakıf Han, Konak, İzmir  
Tel: 0232 445 17 10  
Faks: 0232 445 17 11

### Kılıç Medikal Sağlık Ürünleri

Gazi Cad. Şahin Apt. No: 9 Kat:2 Çorum  
Tel: 0364 224 00 69  
Faks: 0364 225 00 71

### Medlive Sağlık Ürünleri

Mehmet Buyruk Cad. Timur Kanat Apt. No:33, Malatya  
Tel: 0422 323 50 20  
Faks: 0422 324 78 65

### Buse Medikal Alpay Enşen Kimyevi Ürünler

Büyükdere Mah. Millet Cad. No: 1/E Eskişehir  
Tel: 0222 229 02 05  
Faks: 0222 229 16 21

## LABS MEDİKAL ELEKTRONİK BİLG. MÜH. SAN.VE TİC. LTD. ŞTİ.

Uyku ve NIV cihazları

Uyku tedavi (CPAP, AUTOCPAP, BIPAP)  
Solunum Tedavi (BIPAP, BIPAP S/T)  
Ev Tipi Ventilatörler (CARAT I, CARAT II, TRENDvent)  
Oksijen Tedavi (OKSİJEN KONSANTRATÖRÜ,  
NEBULİZATÖR)  
Tanı Grubu ( PSG, POLİGRAFI, EEG, AKTİMETRE)  
Akciğer Elektrosonografi (VRİxp)  
Spirometre  
Pulseoksimetre

### Merkez Ofis

Şerifali Mah. Şehit Sok. No:12 Ümraniye, İstanbul  
Tel: 0216 540 97 97  
Fax: 0216 540 97 12

### Ankara Ofis

Armada İş Merkezi Eskişehir Yolu No:6 Kat:12, Söğütözü,  
Ankara  
Tel: 0312 295 62 60  
Fax: 0312 295 62 00

### Doruk Medikal

Yetkili Bayi  
Hocapaşa Mh. Ankara Cd. Halil Lütfü Dördüncü İş Merkezi  
No:102/34, Sirkeci, İstanbul  
Tel: 0212 514 19 00  
Fax: 0212 514 19 01

## RESPİTEK

Uyku, NIV, Oksijen Cihazları

### Merkez Ofis

Muhittin Üstündağ Cad. No: 23, Koşuyolu, Kadıköy,  
İstanbul  
Tel: 0216 545 80 80  
Faks: 0216 339 97 07

### İzmir Ofis

Milli Kütüphane Cad., No: 19 Kat: 1 D: 123, Tibaş Vakıf İş  
Hanı, Konak, İzmir  
Tel: 0232 484 68 22  
Faks: 0232 484 68 22

## TEKNİKEL SAN. VE TİC. A. Ş.

Uyku, NIV, oksijen cihazları, SFT, DLCO, FENO, EBC

### Solunum Teşhis ve Tedavi Alanındaki Bayiler

### ASZ Kimya

Kavaslı Mah. Uğur Mumcu Cad. Kardeşler Apt. No: 84  
Zemin Kat No: 5 Hatay  
Tel: 0326 221 25 12

**Analiz Medikal**

Atatürk Cad. Turfanda Sok. Çiftlik İş Merkezi Kat: 3/12  
Finansbank Üstü, Malatya  
Tel: 0422 324 39 01

**Aydın Medikal**

Hasanefendi Mah. Kızılay Cad. No: 20/B, Aydın  
Tel: 0256 214 42 92

**Arda Medikal**

Nevbahar Mah. Darüşifa Sok. Merdiye Apt. No: 16 D: 2  
Fındıkzade, İstanbul  
Tel: 0212 588 01 41

**Alfa Medikal**

İnönü Cad. Maden Sok. Özkan Apt. No: 3 Bingöl  
Tel: 0426 213 86 67

**Alfa Medikal**

Hastane Cad. Eren Sitesi 2. Blok No: 20, Muğla  
Tel: 0252 214 83 49

**AMG Medikal**

Hanımelı Sok. No: 13/9 Sıhhiye, Ankara  
Tel: 0312 231 58 97 - 231 73 95

**AS Medikal**

Mithatpaşa Mah. Doğramacı Sok. No: 2 Zonguldak  
Tel: 0372 253 43 75

**BiOMED**

F. Kerim Gökay Cad. No: 5/4 İstanbul  
Tel: 0216 337 77 02

**Birmed Medikal**

Turgut Özal Cad. Karagül İş Merkezi Zemin Kat No: 38  
Fındıkzade, İstanbul  
Tel: 0212 631 15 58

**Defa Medikal Tıbbi Malzeme**

Adalet Mah. 2131/20 Sok. No: 5 K: 2 D: 4 Salhane,  
Karşıyaka, İzmir  
Tel: 0232 348 82 05

**Doğuş Medikal**

Üçtutlar Mah. Ahçılar 13. Sok. No: 35/1 Çorum  
Tel: 0364 227 73 15

**Doz Medikal**

Vişnelik Mah. A. F. Güven Cad. No: 30/1 Eskişehir  
Tel: 0222 226 34 10

**Erdeniz Medikal**

Kültür Mah. Lale 3 Koop Altı No: 1 Muş  
Tel: 0426 212 85 57

**Enmed Medikal**

Zuhuratbaba Mah. Baharözü Sok. No: 2/6 Bakırköy,  
İstanbul  
Tel: 0212 571 91 39

**Gülmed**

Hacı Mikat Mah. Cemal Gürsel Cad. No: 78/1 Giresun  
Tel: 0454 212 35 53

**Gürbüz Sağlık**

Örtülüpınar Mah. 5. Sok. No: 3 Sivas  
Tel: 0346 223 42 78

**Gayem Elektronik**

1.Cad. No: 27A Organize Sanayi Bölgesi, Lefkoşe, KKTC  
Tel: 0392 225 65 55

**Gazi Kimya**

İsmetpaşa Mah. 12. Sok. Ayhan Apt. K: 2 No: 4  
Kahramanmaraş  
Tel: 0344 223 05 95

**Isparta Medikal**

Hastane Cad. No: 76 Isparta  
Tel: 0246 223 66 58

**İz Medikal Group**

Gevser Nesibe Mah. Atatürk Bulvarı İkiler Apt. 68/2  
Kayseri  
Tel: 0352 231 33 35

**İmir Kimya**

Emniyet Cad. Ferya Apt. Zemin kat, Şanlıurfa  
Tel: 0414 314 51 86

**İmir Kimya**

Güzelyalı Mah. 81014 Sok. No: 3 Adana  
Tel: 0322 234 78 9 - 93 - 94 - 95 - 97

**Medsa Medikal**

Demiryolu Cad. Dünder Dorf İş Merkezi No: 76/130  
Kocaeli  
Tel: 0262 331 57 58

**Medikotıp Medikal**

Kale Mah. Gazi Cad. Mecidiye Çarşısı K: 2 No: 64 Samsun  
Tel: 0362 432 32 09

**Marmed Medikal**

Dr. Selahattin Yazıoğlu Cad. Kupik Apt. No: 2/4 Diyarbakır  
Tel: 0412 224 99 14

**Uğur Medikal**

Atatürk Mah. Zekipaşa Cad. No: 4 Erzincan  
Tel: 0446 214 27 18

**Ünaldı Medikal**

Beyhekim Mah. Kaleönü Sok. Sevilir Apt. Kat: 1 No: 2  
Konya  
Tel: 0332 351 34 88

**Park Medikal**

2 Nolu Beşirli Mah. 909 Nolu Sok. No: 8 Trabzon  
Tel: 0462 223 40 60

**Özfidancı Medikal**

Mesut Gürgeç Cad. Hoca Ahmet Mah. Özfidancı Apt.  
No: 17/1 Tokat  
Tel: 0356 212 38 16

**Yavuz Doğan Medikal**

Cumhuriyet Cad. No: 408 Hakkari  
Tel: 0438 211 61 62

**Meriç Medikal**

Barbaros Mah. Aziziye Cad. No: 71 D: 12 Çanakkale  
Tel: 0286 263 61 05

**Serhat Medikal**

Kazım Karabekir Cad.Araştırma Hast.Önü Kaval İş Merkezi  
No:6/7 Van  
Tel: 0432 214 35 39

**Sev-Med Medikal**

Varlık Mah. Kazım Karabekir Cad. 200. Sok. No: 28 K: 1  
D: 6 Antalya  
Tel: 0242 238 38 30

**San-Tek Medikal**

Ofis Gevran Cad. Öğretmenler Sok. Yaşarbay Apt. K: 1 No: 2  
Diyarbakır  
Tel: 0412 224 05 06

**Server Medikal**

Hastane Cad. Üçler 2 Apt. No: 35 K: 6 D: 10 Denizli  
Tel: 0258 242 89 23

**Simge Medikal**

İhsaniye Mah. Mahmut Tuncer Çarşısı H Blok No: 5 Mersin  
Üniversitesi Acil Karşısı, Mersin  
Tel: 0324 336 20 23

**Sönmez Medikal**

Kükürtlü Mah. Oylu Cad. Oylum Sitesi Çiğdem Apt. A Blok  
No: 25 K: 1 D: 8 Bursa  
Tel: 0224 233 16 65-66

**Türev Medikal**

Binevler Mah. Üniversite Bulvarı Mehmet Dal Apt. No:  
224/B Şahinbey, Gaziantep  
Tel: 0342 360 86 27

**Teknofarma Medikal**

Cumhuriyet Mah. Atatürk Cad. No: 12 Kelkit, Gümüşhane  
Tel: 0458 317 39 72

**Umut Medikal**

Kazım Dirik cad. Mutki Sok. Şirvan İş Merkezi Bitlis  
Tel: 0434 226 00 94

**Ege Medikal**

Merkez Efendi Mah. Doğu Cad. No: 195 Manisa  
Tel: 0236 239 41 24

**Uyku Tedavi Cihazları Alanındaki Bayiler****ASZ Kimya**

Kavaslı Mah. Uğur Mumcu Cad. Kardeşler Apt. No: 84  
Zemin kat No: 5 Hatay  
Tel: 0326 221 25 12

**Analiz Medikal**

Atatürk Cad. Turfanda Sok. Çiftlik İş Merkezi Kat: 3/12  
Finansbank Üstü, Malatya  
Tel: 0422 324 39 01

**Alfa Medikal**

İnönü Cad. Maden Sok. Özkan Apt. No: 3 Bingöl  
Tel: 0426 213 86 67

**Alfa Medikal**

Hastane Cad. Eren Sitesi 2. Blok No: 20, Muğla  
Tel: 0252 214 83 49

**AS Medikal**

Mithatpaşa Mah. Doğramacı Sok. No: 2 Zonguldak  
Tel: 0372 253 43 75

**BiOMED**

F. Kerim Gökay Cad. No: 5/4 İstanbul  
Tel: 0216 337 77 02

**Defa Medikal Tıbbi Malzeme**

Adalet Mah. 2131/20 Sok. No: 5 K: 2 D: 4 Salhane,  
Karşıyaka, İstanbul  
Tel: 0232 348 82 05

**Doğuş Medikal**

Üç Tutlar Mah. Ahçılar 13. Sok. No: 35/1 Çorum  
Tel: 0364 227 73 15

**Doz Medikal**

Vişnelik Mah. A. F. Güven Cad. No: 30/1 Eskişehir  
Tel: 0222 226 34 10

**Enmed Medikal**

Zuhuratbaba Mah. Baharözü Sok. No: 2/6 Bakırköy, İstanbul  
Tel: 0212 571 91 39

### Gayem Elektronik

1. Cad. No: 27A Organize Sanayi Bölgesi, Lefkoşe, KKTC  
Tel: 0392 225 65 55

### Gazi Kimya

İsmetpaşa Mah. 12. Sok. Ayhan Apt. K: 2 No: 4  
Kahramanmaraş  
Tel: 0344 223 05 95

### Isparta Medikal

Hastane Cad. No: 76 Isparta  
Tel: 0246 223 66 58

### İz Medikal Group

Gevser Nesibe Mah. Atatürk Bulvarı İkiler Apt. 68/2  
Kayseri  
Tel: 0352 231 33 35

### İmir Kimya

Emniyet Cad. Ferya Apt. Zemin Kat, Şanlıurfa  
Tel: 0414 314 51 86

### İmir Kimya

Güzelyalı mah. 81014 Sok. No: 3 Adana  
Tel: 0322 234 78 92 - 93 - 94 - 95 - 97

### Medikotıp Medikal

Kale Mah. Gazi Cad. Mecidiye Çarşısı K: 2 No: 64 Samsun  
Tel: 0362 432 32 09

### Uğur Medikal

Atatürk Mah. Zekipaşa Cad. No: 4 Erzincan  
Tel: 0446 214 27 18

### Ünaldı Medikal

Beyhekim Mah. Kaleönü Sok. Sevilir Apt. Kat: 1 No: 2 Konya  
Tel: 0332 351 34 88

### Real Medikal

Hüseyin Avni Ulaş Mah. 79. Sok. Samanyolu Sitesi G Blok  
No: 5, Erzurum  
Tel: 0442 342 08 22

### Meriç Medikal

Barbaros Mah. Aziziye Cad. No: 71 D: 12 Çanakkale  
Tel: 0286 263 61 05

### Serhat Medikal

Kazım Karabekir Cad. Araştırma Hast. Önü Kaval İş Merkezi  
No: 6/7 Van  
Tel: 0432 214 35 39

### Sev-Med Medikal

Varlık Mah. Kazım Karabekir Cad. 200. Sok. No: 28 K: 1  
D: 6 Antalya  
Tel: 0242 238 38 30

### San-Tek Medikal

Ofis Gevran Cad. Öğretmenler Sok. Yaşarbey Apt. K: 1 No: 2  
Diyarbakır  
Tel: 0412 224 05 06

### Server Medikal

Hastane Cad. Üçler 2 Apt. No: 35 K: 6 D: 10 Denizli  
Tel: 0258 242 89 23

### Simge Medikal

İhsaniye Mah. Mahmut Tuncer Çarşısı H Blok No: 5 Mersin  
Üniversitesi Acil Karşısı, Mersin  
Tel: 0324 336 20 23

### Sönmez Medikal

Kükürtlü Mah. Oylu Cad. Oylum Sitesi Çiğdem Apt. A Blok  
No: 25 K: 1 D: 8 Bursa  
Tel: 0224 233 16 65-66

### Türev Medikal

Binevler Mah. Üniversite Bulvarı Mehmet Dal Apt. No:  
224/B Şahinbey, Gaziantep  
Tel: 0342 360 86 27