

# Çocuklarda Akut Solunum Yetmezliğinde Noninvaziv Mekanik Ventilasyon

## NONINVASIVE MECHANICAL VENTILATION IN ACUTE RESPIRATORY INSUFFICIENCY IN CHILDREN

Dr. Nevin UZUNER,<sup>a</sup> Dr. Duygu ÖLMEZ,<sup>a</sup> Arzu BABAYİĞİT<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pediyatrik Allerji BD, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, İZMİR

### Özet

Endotrakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon akut solunum yetmezlikli hastalarda rutin olarak uygulanmaktadır. Ağız parçası veya yüz maskesi kullanılarak uygulanan noninvaziv pozitif basınçli ventilasyon 1960'lı yılların başlarından beri kullanılmaktadır. Avantajları öğrenildikçe akut solunum yetmezlikli hastaların tedavisinde noninvaziv pozitif basınçli ventilasyonun kullanımı, son dekatta belirgin olarak artmıştır. Noninvaziv ventilasyonun, komplikasyon sıklığını ve maliyeti azaltan etkili bir alternatif tedavi şekli olduğu gösterilmiştir. Noninvaziv mekanik ventilasyon çeşitli formlardaki solunum yetmezlikli hastaların tedavisi için geliştirilmiştir ve invaziv havayolu girişimlerine ihtiyaç olmaksızın solunum desteği sağlayabilmektedir. Avantajları, üst havayolu travması, sinüzit, otit ve hastane kaynaklı pnömoni gibi endotrakeal entübasyon komplikasyonlarının önlenmesi yanında hasta konforunun artırılması ve sedasyon ihtiyacının azaltılmasıdır. Hasta ve mekanik ventilatör arasında bir arayüz olarak yüz maskesi veya nazal maskenin kullanıldığı noninvaziv ventilasyon, iyi düzenlenmiş yoğun bakım koşullarında birkaç dakika içerisinde kullanıma hazır hale getirilebilmektedir. Seçilmiş hastalarda noninvaziv mekanik ventilasyonun yaşam süresini de uzattığı gösterilmiştir. Bazı iyi düzenlenmiş çalışmalar, noninvaziv pozitif basınçli ventilasyonun endotrakeal ekstübasyonu tolere etmeyen hastalar için uygun bir tedavi şekli olmadığını göstermiştir. Bu derlemede, noninvaziv ventilasyon uygulamasının fizyolojik temelleri ve bazı teknik özellikleri tartışılmıştır. Bu ventilasyon modunun klinik etkinliği, endikasyon ve kontraendikasyonları hakkında bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ventilasyon, solunum yetmezliği, çocuk

**Türkiye Klinikleri J Pediatr 2006, 15:156-162**

### Abstract

Endotracheal intubation and mechanical ventilation have been routinely employed in patients with acute respiratory insufficiency. Noninvasive positive pressure ventilation using a mouthpiece or facemask has been used since the early 1960s. With the recognition of noninvasive positive pressure ventilation advantages, it has become increasingly popular over the last decade in caring for patients with acute respiratory failure. Noninvasive ventilation has been shown to be an effective alternative, as it reduces both the frequency of complications and cost of care. Noninvasive ventilation is the provision of ventilatory support without the need for an invasive airway, and has revolutionized the management of patients with diverse forms of respiratory failure. The advantages of it include improved patient comfort and reduced need for sedation, while avoiding the complications of endotracheal intubation, including upper airway trauma, sinusitis, otitis, and nosocomial pneumonia. Noninvasive positive pressure ventilation, which uses a facial or nasal mask as an interface between the patient and the mechanical ventilator, can be available within a few minutes in a well-prepared intensive care unit. In selected patients, noninvasive ventilation has also been shown to improve survival. Some well designed studies suggest that noninvasive positive pressure ventilation is not an appropriate intervention for patients who have failed endotracheal extubation. In this review; the physiological bases of the use of noninvasive ventilation and some technical aspects are discussed. The data on the clinical effectiveness of this mode of ventilation, indications and contraindications for the use of noninvasive ventilation are given.

**Key Words:** Ventilation, respiratory insufficiency, child

**N**oninvaziv ventilasyon, alveoler ventilasyonun endotrakeal tüp ya da trakeostomi gibi invaziv yöntemler kullanılmadan

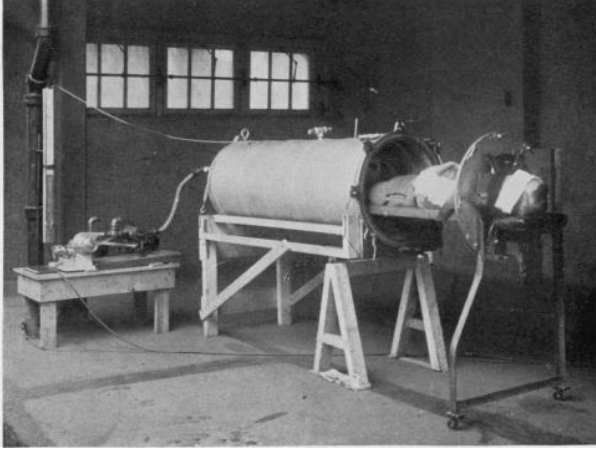
gerçekleştirilmesidir. Yirminci yüzyılın ilk yarısında anestezi odaları dışında tek mekanik ventilasyon desteği uygulama olanağı negatif basınçli noninvaziv mekanik ventilasyon (NİMV) idi. NİMV 1950'li yıllardaki poliomiyelit epidemileri sırasında ortaya çıkan akut solunum yetmezliği tedavilerinde kullanılmıştır (Resim 1).<sup>1-3</sup> 1960'lı yıllara gelindiğinde daha iyi havayolu koruması sağladığı için invaziv (endotrakeal tüp ile) pozitif

Geliş Tarihi/Received: 02.04.2006

Kabul Tarihi/Accepted: 05.06.2006

**Yazışma Adresi/Correspondence:** Dr. Duygu ÖLMEZ  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Pediyatrik Allerji BD, 35340, İnciraltı, İZMİR  
duygu74olmez@yahoo.com

Copyright © 2006 by Türkiye Klinikleri



**Resim 1.** Polio epidemileri sırasında kullanılan ilk noninvasiv mekanik ventilatörler.<sup>1</sup>

basıncı ventilasyon negatif basınçlı ventilasyonun önüne geçti. Son 10 yılda ise büyük ölçüde nazal ventilasyonun gelişmesi ile NİMV'nin kullanımı yeniden artmaya başladı.<sup>3</sup> Bu tedavi yöntemi, entübasyon aracılığı ile yapılan invaziv mekanik ventilasyonun (İM) istenmeyen, önüne geçilemeyen dezavantajları nedeni ile gündeme gelmiştir. Özellikle erişkinlerde kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve obstrüktif uyku apne sendromunun tedavisinde yaygın olarak kullanılmakta olan bu yöntem, son yıllarda pediatrik hastalarda da akut ve kronik solunum yetersizliğinin tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır.<sup>4,5</sup> NİMV yöntemleri negatif ve pozitif basınçlı ventilasyon olmak üzere iki ana grupta incelenebilir.<sup>6</sup>

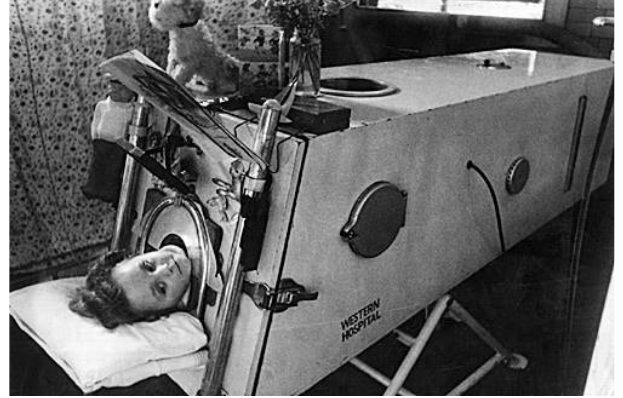
### 1. Noninvaziv negatif basınçlı ventilasyon:

Toraks ve abdomen çevresinde subatmosferik bir negatif basınç oluşturarak havanın ağız ve burundan akciğer içerisine girmesi esasına dayanır. Göğüs duvarı çevresindeki basınç akciğer içerisine giren hava ile dengelendiğinde; akciğer ve göğüs duvarının elastik recoil güçleri sayesinde pasif olarak ekspirum oluşur. Negatif basınçlı ventilatörler tüm toraks yüzeyinde inspirum boyunca negatif bir basınç oluşturan bir aplikatör ve bu basınç değişikliklerine duyarlı bir pompadan oluşur. "Iron lung" (çelik akciğer) olarak isimlendirilen bu ventilatörlerin sadece toraks ve abdomeni kapsayan tipleri yanında, kranium dışı tüm vücut bölgelerini kapsayan versiyonları vardır (Resim

2).<sup>7</sup> Cihazların oldukça ağır olması, taşınır olmaması, hastanın hareket kabiliyetini kısıtlaması ve üst solunum yolu obstrüksiyonu oluşturabilmesi gibi çeşitli olumsuz özellikleri vardır.<sup>3,6</sup> Resim 3'te negatif basınçlı ventilatör örneği görülmektedir.<sup>8</sup>

### 2. Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (NİPPV):

Hava yollarına pozitif basınç uygulanarak, transpulmoner basıncı arttırmak suretiyle akciğerlerin havalanmasını sağlar. Geceleri ve gerektiğinde gündüz vakti kullanılabilen NİPPV, özellikle nöromusküler hastalıklarda bazı rehabilitasyon hastanelerinde 1960'lı yıllardan beri kullanılmaktadır.<sup>9</sup> NİPPV, pozitif basınç çeşitli maskeler aracılığı ile ve genellikle nazal yol kullanılarak uygulanır. Nazal ventilasyon hacim ya da basınç kontrollü ventilatörler yolu ile de verilebilmekle birlikte günümüzde BİPAP (bilevel pozitif havayo-



**Resim 2.** Çelik akciğer (Iron lung).<sup>7</sup>



**Resim 3.** Konjenital kas hastalığı olan bir infanтта negatif basınçlı ventilasyon uygulaması.<sup>8</sup>

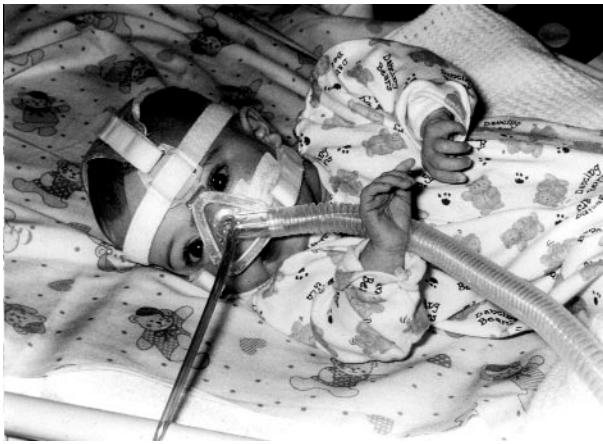
lu basıncı) en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. BİPAP inspiratuvar pozitif havayolu basıncı ve ekspiratuvar pozitif havayolu basıncının kombinasyonu olarak çalışır. İspiratuvar havayolu basıncı inspirasyona yardımcı olur, tidal hacmi ve dakika ventilasyonunu artırır. Ayrıca solunum kaslarının kullanılmasını azaltarak solunum işini de kolaylaştırır. İspiratuvar pozitif havayolu basıncı ise ekspiryum sonunda alveollerin açık kalmasını sağlayarak fonksiyonel rezidüel kapasiteyi artırır ve gaz değişimine daha çok alveolün katılmasını sağlar. Ayrıca alveolleri tekrar açmak için daha az enerji gerekeceğinden solunum işini de kolaylaştırır.<sup>10,11</sup> NİMV, yoğun bakım ventilatörlerinin Y parçasına hava yastıklı yüz maskesi bağlanarak veya bilevel ventilatörler ile uygulanabilir.<sup>12-14</sup> Resim 4'te bilevel ventilatör örneği görülmektedir.<sup>8</sup>

#### Niçin NİMV'ü Kullanıyoruz ?

İnvaziv mekanik ventilasyonun komplikasyonlarının çokluğu ve bu komplikasyonların çoğunun NİMV ile önlenmesi günümüzde noninvaziv ventilasyon tekniklerinin popülarite kazanmasına neden olmuştur. İMV'nun komplikasyonları üç başlık altında toplanmaktadır.<sup>13,15</sup>

a). Entübasyon tüpüne ve mekanik ventilasyona bağlı komplikasyonlar

b). Havayolu defans mekanizmasının bozulması



**Resim 4.** Kronik akciğer hastalığı olan bir infantta nazal maske ile CPAP uygulaması.<sup>8</sup>

**Tablo 1.** NİMV'nun amaçları.

Kısa süreli
Semptomların giderilmesi
Solunum işinin azaltılması
Gaz değişiminin iyileştirilmesi
Hasta konforunun artırılması
Daha iyi hasta - ventilatör uyumunun sağlanması
Risklerin azaltılması
Entübasyonun önlenmesi
Uzun süreli
Uyku süresinin ve kalitesinin artırılması
Yaşam kalitesinin artırılması
Fonksiyonel durumun artırılması
Yaşam süresinin uzatılması

c). Ekstübasyon sonrası komplikasyonlar

NİMV'nun kullanım amaçları Tablo 1'de özetlenmiştir.<sup>3</sup>

#### Hangi Hastaya NİPPV Uygulanabilir?

NİPPV'un kullanım alanları dört başlık altında toplanmaktadır.<sup>16</sup>

1. Akut solunum yetmezlikleri

a) Hiperkapneik

b) Hipoksemik

2. Mekanik ventilatörden ayırma

3. Uykuda solunum bozuklukları

4. Kronik solunum yetmezlikleri

Çocuklarda kronik solunum problemlerinde NİMV ile ilgili tecrübeler giderek artmakta iken; pediatrik hastalarda akut solunum yetmezliğinde NİMV kullanımı ile ilgili çok az veri mevcuttur.

#### Pediatrik Hastalarda Akut Solunum Yetmezliğinin Patofizyolojisi

Sağlıklı infant ve küçük çocuklar gelişmekte olan solunum sistemlerinin nispeten değişken olmasına bağlı, solunum yetmezliği açısından artmış risk altındadırlar. İmmatür göğüs duvarları oldukça yumuşak olduğundan diyafram ve aksesuar solunum kaslarını destekleyecek sağlam bir platform oluşturamazlar. İmmatür akciğerin aşırı esnek yapısına karşın, immatür göğüs kafesi kolayca bozulabilir yapıdadır. Küçük infantlardaki diyafragma kas fiber tiplerinin dağılımı da, daha az oranda

yorgunluğa dayanıklı birim içerdiklerinden, solunum sistemine olumsuz yönde katkıda bulunmadır. Solunum sistemi mekaniğindeki önemli bir bozulmada, küçük infantlar hızla solunum distressi geliştirirler ve alveoler hipoventilasyona eğilimlidirler. Dinamik akciğer kompliansı azaldığında, hem solunum hızı hem de ölü boşluk/tidal volum oranı neredeyse iki katına çıkar. Göğüs duvarları çok yumuşak olduğundan diyafram kasılmalarındaki kompanzatuvar artışlar toraks ve abdomenin asenkronik hareketleri olarak küçük infantlarda görülebilir.<sup>14,17</sup>

### Solunum Yetmezliğinin Tanımı

Akut solunum yetmezliği solunum işlevine katılan organ veya organellerin (sattral sinir sistemindeki solunum kontrol merkezi, sinirler, kasla, plevra, solunum yolları ve akciğer parankimi) bir veya birkaçının fonksiyon bozukluğu sonucu gelişen, pulmoner kapiller yataktan oksijenin dolaşım sistemine dağıtılması ve/veya karbondioksitin atılmasında bozuklukla kendini gösteren bir durumdur.<sup>17,18</sup> Solunum sistemi üzerindeki metabolik yükün büyüklüğü, doku O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> yapımı da dahil pek çok faktörle ilişkilidir. Çocuklardaki solunum yetmezliği, prezentasyon zamanına ve altta yatan hastalıklara bağlı olarak akut ve kronik olarak sınıflandırılmaktadır. Çocuklarda sık görülen bir durum da, alt solunum yolu enfeksiyonu ile birlikte, var olan kompanze kronik solunum yetmezliği zemininde akut solunum yetmezliği gelişmesidir.<sup>19</sup>

#### Tip I Solunum Yetmezliği:

Solunum yetmezliği alveoler hipoventilasyonun varlığı ya da yokluğuna göre sınıflandırılabilir. Tip I solunum yetmezliği, düşük arteriyel PaO<sub>2</sub> ve düşük-normal PaCO<sub>2</sub>'in eşlik ettiği hipoksemi ile karakterizedir. Tip I solunum yetmezliğindeki başlıca mekanizma bölgesel akciğer ünitelerindeki ventilasyon ve perfüzyon değişkenliği veya uyumsuzluğudur.<sup>17,19,20</sup> Pediatrik yaşta tip I solunum yetmezliği tipik olarak status astmatikus ve bronşiolit gibi hava yolu obstrüksiyonu yapan hastalıklarda görülür. Çocuklardaki tip I solunum yetmezliğinin başlıca tedavisi oksijen saturasyonunu %94'ün üzerinde tutacak şekilde

oksijen vermektir. Bu durum solunan havadaki oksijen oranı (FiO<sub>2</sub>) 0.50'den daha yüksek olduğunda sağlanırsa, akut hipoksemik solunum yetmezliğinden bahsedilir. Bu durumda NİPPV uygulanması düşünülmelidir. NİPPV ile positive end-expiratory pressure (PEEP) uygulanması fonksiyonel reziduel kapasiteyi arttırabilirken, oksijenizasyonda görülen düzelme de sıklıkla FiO<sub>2</sub>'nin düşürülmesine olanak tanır.<sup>20</sup>

#### Tip II Solunum Yetmezliği:

Tip II solunum yetmezliği alveoler hipoventilasyonun varlığı ile tip I solunum yetmezliğinden ayrılır. Arteriyel kan gazı ölçümlerinde hipoksemi olsun olmasın arteriyel PaCO<sub>2</sub> artmıştır.<sup>16,19,20</sup> Tip II solunum yetmezliği sıklıkla akut veya kronik üst solunum yolu obstrüksiyonu, nöromusküler güçsüzlük, belirgin obezite, göğüs kafesi anomalileri gibi direkt olarak ventilasyona engel olan durumlarda gelişir. Tip II solunum yetmezliğinin tedavisinde tek başına oksijen vermek uygun bir yaklaşım değildir. Tek başına oksijen vermek hipoventilasyonun derecesini arttırabilir. Oksijen tedavisi ile hipoventilasyon gelişim olasılığı altta yatan hastalığa bağlı olarak değişir. Örneğin kistik fibroziste tek başına oksijen verilmesi nokturnal hiperkarbinin derecesini arttırır. Tip II solunum yetmezlikli pediatrik hastalardaki deneyimler, oksijenle ortaya çıkan hipoventilasyonun erişkin hastalardaki kadar sık olmadığını göstermektedir. Yine de noninvaziv ya da invaziv yöntemlerle rutin PaCO<sub>2</sub> monitörizasyonu önerilmektedir. Ek oksijen dışında solunum kaslarının yükünü azaltacak ve alveoler ventilasyonu arttıracak tedaviler tip II solunum yetmezlikli çocuklarda verilmelidir. Bu çocuklar genellikle yoğun bakım ünitesine götürülerek endotrakeal tüp aracılığı ile pozitif basınçlı mekanik ventilasyon tedavisine alınırlar. NİMV bu gibi durumlarda endotrakeal entübasyonu geciktirmek, önlemek veya erken ekstübasyonu kolaylaştırmak amacıyla artan oranda kullanılmaktadır.<sup>20,21</sup>

### Erişkin Hastalarda Akut Solunum Yetersizliğinde NİPPV Sonuçları

Klinik çalışmalar NİMV'nun erişkin hastalarda kronik obstrüktif akciğer hastalığının hiperkar-

bik alevlenmesinin başlangıç tedavisinde başarılı olarak kullanılabilmesini göstermiştir. Bu grup hastalarda NİMV; endotrakeal entübasyon gereksinimini azaltarak ventilatör ile ilişkili pnömoni sıklığını da azaltmaktadır.<sup>22</sup>

### **Akut Solunum Yetmezlikli Pediatrik Hastalarda NİPPV Deneyimleri**

İlk kez 1993'te akut solunum yetmezlikli iki pediatrik olguda kullanmış olan efektif NİPPV tedavisi vaka sunumu şeklinde yayınlanmıştır.<sup>23</sup> O zamandan bu yana NİMV; pediatrik çağdaki akut hipoksemik solunum yetmezliğinde, pnömonide, pulmoner ödemde, postoperatif solunum dekompanzasyonu olan uyku apne sendromlu olgularda, status astmatikusta, spinal kaslar atrofide ve son dönem kistik fibrozis hastalarında uygulanmıştır. Oldukça geniş bir yaş grubundaki hastanın, yeterli monitörize ve sedatize edilmeleri şartıyla NİPPV'u tolere edebildikleri gösterilmektedir. Olgu sunumlarında NİMV tedavisi ile oksijenizasyonda akut bir düzelleme sağlandığı görülmektedir. Fortenberry ve ark. pnömonili ve nörolojik bozukluğu olan, entübasyon için yüksek risk taşıyan hastaların başarılı bir şekilde NİMV ile tedavi edildiğini ifade etmektedirler.<sup>24</sup> Bu çalışmada NİMV tedavisinin birinci saatinde PaCO<sub>2</sub> ve solunum hızı anlamlı olarak düşmüştür. Pediatrik yaş grubuna ait daha büyük bir prospektif çalışmada, Padman ve ark., çeşitli nedenlerle akut solunum yetmezliği gelişen ve NİMV ile tedavi edilen hastalarda dispne skorunda azalma ve oksijenizasyonda düzelleme gördüklerini belirtmişlerdir.<sup>25</sup> Her ne kadar bu çalışmalarda endotrakeal entübasyon oranları relatif olarak düşük olsa da (%11, %9), NİPPV'un akut solunum distresinde endotrakeal entübasyonu önlediğini iddia etmek şu an için mümkün değildir. Teague ve ark.'nın çalışmasında status astmatikus nedeniyle hipoksik iskemik solunum yetmezliği gelişen 26 çocukta NİPPV tedavisinin sonuçları verilmiş ve farklı sonuçlar bulunmuştur. 26 çocuğun 19'unda NİPPV tedavisi oksijenizasyonu hızlıca düzeltmiş ve kardiorespiratuar distresi azaltmıştır. Bu hastalar hem yoğun bakımda hem de hastanede daha kısa süre kalmışlardır. Bununla birlikte yedi olgu NİPPV'a rağmen endotrakeal entübasyon ve pozitif basınçli ventilasyon ihtiyacı

duymuştur.<sup>26</sup> Konu ile ilgili ilk vaka sunumlarında NİMV akut solunum yetmezlikli çocuk hastalarda güvenli ve etkili bir tedavi metodu olarak tarif edilmiştir. Ancak bunlar kontrolü olmayan vaka serileri olup spesifik hastalıklarda NİPPV etkinliğine ait sorulara cevap bulmakta yeterli değildir. Çocuklarda status astmatikusa bağlı ciddi hipoksemide NİMV kullanımı çok tartışmalıdır. Pediatrik yoğun bakım ünitesine akut astım nedeni ile yatırılan hastalarda NİPPV oksijenizasyonu düzeltmekte ancak ajitasyona yol açabilmekte, bu da intravenöz sedatif ihtiyacına neden olabilmektedir. Buna karşın bazı serilerde hiperkarbi ve akut astımlı çocuk hastalarda NİMV endotrakeal entübasyon gereksinimini engelleyememiştir, konu ile ilgili sonuçlar karmaşık ve çelişkilidir. Bu konudaki çelişkileri ortadan kaldırmak ve sorulara yanıt bulmak için çocuklarda yapılacak çok merkezli prospektif kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.<sup>27,28</sup>

### **Acil Durumda Noninvaziv Ventilasyon Kullanım Amaçları**

Non invaziv ventilasyonun acil kullanımdaki amaçları invaziv mekanik ventilasyonda olduğu gibidir. Başlıca amaçları; iş yükünü azaltmak, CO<sub>2</sub> eliminasyonunu düzenlemek, oksijenizasyonu arttırmak, üst solunum yolu stabilitesini sağlamak ve akciğer hacmini düzenlemektir. Klinisyen için NİMV tedavisinin başarısızlığını erken dönemde farketmek çok önemlidir. Tedavi başarısızlığının bulguları; ajitasyon ve artmış respiratuar distrestir, buna respiratuar gaz değişiminde bozulma sıklıkla eşlik eder. NİMV'a yanıtın güvenilir bulgularından biri de solunum sayısındaki azalmadır. Belirgin hiperkapnisi olan hastalarda NİMV uygulaması ile pCO<sub>2</sub>'deki düşüş arasında gecikmeler olabilir. Bu durumda klinisyen tarafından hasta rezervinin, arterial pH, O<sub>2</sub> ihtiyacı ve artmış iş yükü bulguları ile değerlendirilmesi gerekmektedir.<sup>20</sup>

### **Pozitif Basınçli Araçlarla Noninvaziv Ventilasyon**

Pek çok birimde NİPPV, pediatrik hastalara nazal-maske aracılığı ve bilevel basınç hedefli ventilatörlerle uygulanmaktadır. Spontan mod'da

duran bilevel aygıt, inspiratuvar akım hızındaki değişikliğe, önceden ayarlanmış bir pozitif basınç vererek yanıt verir. Bu durum invaziv mekanik ventilatörlerdeki basınç destek fonksiyonuna benzerdir. Yanıt olarak solunum sisteminin kompliyansı ve rezistansına ve inspiratuvar ve ekspiratuvar basınçlar arasındaki gradiente bağlı olan tidal volümde artış görülür. Bilevel basınç hedefli ventilatörlerdeki diğer standart özellikler ekspiratuvar pozitif basınç ayarı, yedek havalandırma derecesi ve mod seçimidir. Çoğunun bağımsız oksijen karışım özelliği yoktur. NİMV için tasarlanan basınç hedefli ventilatörlerin avantajları; kişiye ayarlanabilmeleri, taşınabilir oluşları ve göreceli olarak daha ucuz olmalarıdır. Namlendirme sistemlerinin ve bağımsız oksijen karışım ayarlarının olmayışı ise dezavantajlarıdır.<sup>20,29</sup>

#### **NİPPV Modları:**

NİPPV için uygun olan çoğu bilevel basınç hedefli ventilatörler CPAP, spontan, zaman ayarlı, spontan/zaman ayarlı modlar içerirler. CPAP modunda iken hedeflenen sürekli havayolu basıncını sağlamak üzere sabit akım verilir. İspiratuvar basınç desteği verilmez. Spontan modda iken ventilatör, hastanın spontan solunum eforuyla tetiklenen belirli bir eşik değerdeki inspiratuvar akıma yanıt verir. İspiratuvar akım eşik değerinde ventilatör, ayarlanan inspiratuvar pozitif havayolu basıncına ulaşmak için ek gaz akımı verir. İspiratuvar akım pik değere ulaştıktan ve sonra eşik değere düştükten sonra solunum verme işi gerçekleşir. Zaman ayarlı modda ventilatör akım değişikliklerine yanıt vermez ancak belirlenen oranda aralıklı pozitif hava yolu basıncı verir. Spontan/zaman ayarlı modda akım tetikleme özelliği aktive olur. Zaman ayarlı moda ventilatör sadece uzamış apne halinde geçer. Pediatrik hastalar sıklıkla NİMV spontan/zaman ayarlı modda tedavi edilirler. Bu modun başlıca avantajı hasta konforudur. Çocuğun inspiratuvar eforu inspiratuvar basınç desteği ile desteklenir.<sup>14,20</sup>

#### **Arayüz Seçimi:**

Ventilatör borularını yüze bağlayan parçalarıdır, bunlar NİPPV esnasında basınçlı hızın üst havayoluna girmesini kolaylaştırırlar. Mevcut ara bağlantılar arasında nazal ve oronazal maskeler ve

ağız parçaları sayılabilir.<sup>3</sup> Çoğu pediatrik hastada ağızdan kaçak olanlarda bile nazal maskeler NİPPV için uygun arayüzlerdir. Bunların küçük çocuklarda anksiyeteyi azaltmaları da avantajlarından. Arayüz seçimindeki en önemli prensip hastaya rahat bir şekilde uymasındır. Hasta konforu ve gaz kaçaklarının önlenmesi açısından büyük olan maskeler seçilmektedir. Maskenin yerinden çıkmasını önlemek için destekleyen bantların gergin tutulması gerekmektedir. Buna bağlı olarak özellikle nazal köprü üzerinde maske kenarına uyan bölgedeki ciltte tahriş olabilmektedir. Nazal oral maske arayüzlerinin ise belirgin oral gaz kaçaklarını azaltma avantajı vardır.<sup>14,20</sup>

#### **Komplikasyonlar**

Gastrik distansiyon, gastrik perforasyon, pnömomediastinum, pnömotoraks gibi komplikasyonlar görülebilir.<sup>26,30</sup> Minor komplikasyonlar ise göz ve deriyi irrite etmesidir ve sık görülür.<sup>25</sup> Hemodinamik olarak stabil olmayan hastalarda NİMV tedavisi kontrendikedir.<sup>20</sup>

NİMV'un nazal-maske aracılıklı basınç hedefli ventilatörlerin kullanımı ile hipoksemik akut solunum yetmezliği olan hastalarda oksijenizasyon hızla düzeltilebilmektedir. Pnömoni veya atelettazi ile komplike olmuş ve fonksiyonel rezidüel kapasitesi azalmış restriktif hastalığı olan çocuklar da NİPPV'dan fayda görmektedir. Status astmatikuslu kritik hastalarda da özellikle atelettazisi olanlarda fayda sağlanabilmektedir. Erken başarıya rağmen henüz mortaliteyi veya entübasyon insidansını belirgin olarak azaltıp azaltmadığı bilinmemektedir.<sup>31,32</sup> NİMV'nin restriktif bozukluklarda ve üst solunum yolu obstrüksiyonunda oldukça etkili olduğu bilinmesine karşın, akut obstrüktif solunum yolu hastalığı (bronşiolit, status astmatikus) olanlardaki etkinliğinin değerlendirilmesi için daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır. Üçüncü bir önemli nokta da günümüzdeki ticari olarak bulunabilen maske arayüzlerinin ve basınç hedefli bilevel ventilatörlerin küçük infantlar için uygun olup olmadığıdır. Bu sorular yanıtlanabilirse NİPPV efektif bir tedavi yöntemi olarak pediatrik yoğun bakım ünitelerindeki yeri alabilecektir.

**KAYNAKLAR**

1. Drinker P, Shaw LA. An apparatus for the prolonged administration of artificial respiration: I. A design for adults and children. *J Clin Invest* 1929;7:229-47.
2. Wright J. The respiraid rocking bed in poliomyelitis. *Am J Nurs* 1947;47:454-5.
3. Çelikel T. *Yoğun Bakım Dergisi* 2002;2:225-45.
4. Çelikel T. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında mekanik ventilasyon. In: Umut S, Erdinç E, eds. *Kronik obstrüktif akciğer hastalığı*. İstanbul: Turgut yayıncılık, 2000:136-57.
5. Sanders MH, Kern N. Obstructive sleep apnea treated by independently adjusted inspiratory and expiratory positive airway pressures via nasal mask. *Physiologic and clinical implications*. *Chest* 1990;98:317-24.
6. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;16:540-77.
7. "Poliomyelitis," Microsoft® Encarta® Online Encyclopedia 2006 <http://encarta.msn.com> © 1997-2006 Microsoft Corporation.
8. Wallis C. Non-invasive home ventilation. *Paediatr Respir Rev* 2000;165-71.
9. Alba A, Khan A, Lee M. Mouth IBBV for sleep. *Rehabilitation Gazete* 1984;24:47-9.
10. O'Neill N. Improving ventilation in children using bilevel positive airway pressure. *Pediatr Nurs* 1998;24:377-82.
11. Padman R, Lawless S, Von Nessen S. Use of BiPAP by nasal mask in the treatment of respiratory insufficiency in pediatric patients: preliminary investigation. *Pediatr Pulmonol* 1994;17:119-23.
12. Çelikel T. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında mekanik ventilasyon. In: Umut S, Erdinç E, eds. *Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı*. İstanbul, Turgut Yayıncılık, 2000. p.136-57.
13. Akingbola OA, Hopkins RL. Pediatric noninvasive positive pressure ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2001;2:164-9.
14. Teague WG. Non-invasive positive pressure ventilation: Current status in paediatric patients. *Paediatr Respir Rev* 2005;6:52-60.
15. Ursavaş A, Özyardımcı N. Akut solunum yetmezliklerinde noninvasif mekanik ventilasyon. *Uludağ Tıp Fakültesi Dergisi* 2003; 29:55-9.
16. Boudouin S, Blumenthal S, Cooper B, Davidson C, et al. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
17. Greene KE, Peters JI. Pathophysiology of acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1994;15:1-12.
18. Stokes DC. Respiratory failure. *Pediatr Rev* 1997;18:361-6.
19. Chernick V, Boat TF. Acute respiratory failure. In: Chernick V, Kendig EL, eds. *Kendig's Disorders of the Respiratory Tract in Children*. Philadelphia; WB Saunders Company, 1998:265-87.
20. Teague WG. Noninvasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. *Pediatr Pulmonol* 2003;35:418-26.
21. Gozal D. Nocturnal ventilatory support in patients with cystic fibrosis: Comparison with supplemental oxygen. *Eur Respir J* 1997;10:1999-2003.
22. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1799-1806.
23. Akingbola OA, Servant GM, Custer JR, Palmisano JM. Noninvasive bi-level positive pressure ventilation: management of two pediatric patients. *Respir Care* 1993;38:1092-8.
24. Fortenberry JD, Del Toro J, Jefferson LS, Evey L, Haase D. Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bi-level positive pressure nasal mask ventilation. *Chest* 1995;108:1059-64.
25. Padman R, Lawless ST, Ketrick RG. Non-invasive ventilation via bi-level positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med* 1998;26:169-73.
26. Teague WG, Lowe E, Dominick J, Lang D. Non-invasive positive pressure ventilation in critically ill children with status asthmaticus. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:542-6.
27. Akingbola OA, Simakajornboon N, Hadley Jr EF, Hopkins RL. Noninvasive positive-pressure ventilation in pediatric status asthmaticus. *Pediatr Crit Care Med* 2002;3:181-4.
28. Ram FS, Wellington S, Rowe B, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;(3):CD004360.
29. Kacmarek RM. Characteristics of pressure targeted ventilators us efor non invasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:380-8.
30. Garland JS, Nelson DB, Rice T, Neu J. Increased risk of gastrointestinal perforations in neonates mechanically ventilated with either face mask or nasal prongs. *Pediatrics* 1985;76:406-10.
31. Thill PJ, McGuire JK, Baden HP, Green TP, Checchia PA. Noninvasive positive-pressure ventilation in children with lower airway obstruction. *Pediatr Crit Care Med* 2004;5:337-42.
32. Majid A, Hill NS. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care* 2005;11:77-81.