

# Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığına Bağlı Akut Solunum Yetmezliğinde, Noninvazif Mekanik Ventilasyon Volüm Garantili Basınç Desteği Modunun, Manuel Basınç Desteği ile Karşılaştırılması

## *Comparison of Noninvasive Mechanical Ventilation Volume Assured Pressure Support Mode With Manual Pressure Support in Acute Respiratory Failure of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*

Kazım Rollas<sup>1</sup>, Mehmet Bahadır Berktaş<sup>2</sup>, Mine Berkoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yozgat Devlet Hastanesi Göğüs Hastalıkları, Yozgat

<sup>2</sup> Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara

### ÖZET

**Amaç:** Kronik obstrüktif akciğer hastalığına (KOA) bağlı akut hiperkapnik solunum yetmezliğinin düzeltilmesinde, volüm garantili basınç desteği (average volume assured pressure support: AVAPS) stratejisinin manuel basınç desteği ile, etkinlik ve tolerabilite açısından karşılaştırılmasıdır.

**Gereç ve Yöntem:** KOA'ya bağlı akut hiperkapnik solunum yetmezliği nedeniyle tedavi gören 35 hasta çalışmaya dahil edildi. Çalışmada sırasıyla 45 dakika manuel basınç desteği modunda, 45 dakika AVAPS modunda ve yine 45 dakika manuel basınç desteği modunda tek bir BiPAP cihazı ile ventilasyon uygulandı. Her uygulama arasında 1 saat NIMV'siz dönem bırakıldı. On bir hastaya AVAPS, 13 hastaya da basınç desteği modunda, bir geceyi içine alacak şekilde yaklaşık 24 saat NIMV uygulanmasına devam edildi. Başlangıçta ve her NIMV periyodu sonunda arter kan gazları alındı ve solunum hızları, dispne skorları (BORG vizüel analog skalası, 0=dispne yok, 10=ağır dispne), kalp hızları, arteriyel kan basınçları, ventilatuar parametreler (volüm, basınç) ve maskeden kaçaklar kaydedildi.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen 35 hastanın 23'ü erkek, 12'si kadındı. Vücut kitle indeksi ortalaması 27,2±5,6 kg/m<sup>2</sup> idi. Başlangıçta göre pH ve PaCO<sub>2</sub> değerlerinde her NIMV periyodunda düzeltilmeler izlendi (iki değer için de p<0,001) ancak AVAPS ile manuel basınç desteği modu arasında fark bulunmadı (p>0,05). Yirmi dört saatlik izlemde AVAPS ile devam eden grupta 2 hastada, manuel basınç desteği ile devam eden grupta ise 5 hastada NIMV başarısız oldu. AVAPS ile ventile edilenlerin 8'inde, ma-

### ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study was to compare the efficacy and tolerability of average volume assured pressure support (AVAPS) strategy with the support of manual pressure in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients with acute hypercapnic respiratory failure.

**Materials and Methods:** Thirty-five patients treated for acute hypercapnic respiratory failure due to COPD were included in the study. Ventilation was applied with the same bilevel device respectively, 45 minutes with manual pressure support ventilation, 45 minutes with AVAPS and again 45 minutes with manual pressure support ventilation modes. Between each sequence 60 minutes without noninvasive mechanical ventilation (NIMV) was provided. Thirteen patients with pressure support and 11 patients with AVAPS mode continued the application of NIMV for approximately 24 hours overnight. At the beginning and at the end of each period of NIMV; arterial blood gases, respiratory rates, dyspnea scores (BORG visual analogue scale, 0 = no dyspnea, 10 = severe dyspnea), heart rate, arterial blood pressure, ventilatory parameters (volume, pressure) and mask leaks were recorded.

**Results:** Twenty three of 35 patients included in the study were male and 12 were female. The mean value of body mass index was 27.2±5.6 kg/m<sup>2</sup>. With respect to the initial values of pH and PaCO<sub>2</sub> improvements was observed in each NIMV period (for both values p<0.001), but no difference was found between AVAPS and manual pressure support (p>0.05). After 24 hour follow-up, in two patients continuing with AVAPS group

**Alındığı tarih:** 18 Mart 2012; **Revizyon sonrası alınma:** 16 Mayıs 2012; **Kabul tarihi:** 7 Temmuz 2012

**Yazışma adresi (Address for correspondence):** Kazım Rollas, Yozgat Devlet Hastanesi Göğüs Hastalıkları, Yozgat; *E-posta:* krollas2009@hotmail.com

© 2012 Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği (TÜSAD)

Solunum 2012;14(3):148–157 doi: 10.5505/solunum.2012.99896

Solunum Dergisi'ne [www.solunum.org.tr](http://www.solunum.org.tr) adresinden ulaşabilirsiniz.

manuel basınç desteği grubundaysa 13 hastanın tümünde maskeye bağlı rahatsızlık kaydedildi. Birinci günde dakika ventilasyonu, tidal volüm ve kaçak miktarı, AVAPS modunda, manuel basınç desteği modundan anlamlı derecede farklı bulunmadı.

**Sonuç:** KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliği olan hastalarda hem AVAPS hem de manuel basınç desteğinin arterial kan gazı değerlerine olumlu etkileri vardır. AVAPS ile basınç ventilasyonu, yeterli inspiratuar basınç ile uygun volümü garanti ederek, hasta ile ventilatör ilişkisi üzerinde olumlu etkiler yapar.

**Anahtar Kelimeler:** Noninvazif mekanik ventilasyon, KOAH, akut solunum yetmezliği, AVAPS

and five patients with manual pressure support, NIMV failed. In eight of patients who were ventilated with AVAPS, and in all of the 13 patients given manual pressure support, discomfort associated with mask was observed. Minute ventilation, tidal volume and amount of leakage did not differ significantly between manual pressure support and AVAPS.

**Conclusion:** Both manual pressure support and AVAPS had positive effects on arterial blood gas values in patients with acute respiratory failure due to COPD. Pressure ventilation with AVAPS gives a positive impact on ventilator-patient interaction by ensuring proper volume with adequate inspiratory pressure.

**Keywords:** Noninvasive mechanical ventilation, COPD, acute respiratory failure, AVAPS

## GİRİŞ

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), kısmen reversibl hava yolu kısıtlanması ve hava akımlarında azalma ile seyreden, kronik, ilerleyici, ancak önlenbilir ve tedavi edilebilir bir hastalıktır.<sup>1</sup> Kronik obstrüktif akciğer hastalığında morbidite ve mortalitenin en önemli nedeni alevlenmelerdir. KOAH hastaları yılda ortalama 1-4 alevlenme geçirirler.<sup>2</sup> Şiddetli alevlenmeyle başvuran hastalar hastaneye yatırılarak tedavi edilirler. Hastaneye yatırılan olgularda konvansiyonel tedavinin amaçları semptomları azaltmak, oksijenizasyonu ve ventilasyonu düzeltmek, alevlenme nedenini tedavi etmektir.<sup>3,4</sup>

KOA alevlenmedeki olguların %25'inde, nebulizer bronkodilatörler, sistemik kortikosteroidler, antibiyotik ve kontrollü oksijen tedavisine rağmen, mekanik ventilasyon gereksinimi ortaya çıkmaktadır.<sup>2-5</sup> Ancak invazif mekanik ventilasyonun başta akciğer enfeksiyonları olmak üzere, barotravma, pnömotoraks, solunum kaslarında atrofi, kardiyak *output*'ta azalma, gastrointestinal sistem kanaması, larinks, farinks ve trakeada ülserasyon, ödem, hemoraji ve stenoz gibi çok sayıda komplikasyonu vardır ve mortalitesi de oldukça yüksektir.<sup>6,7</sup>

Noninvazif mekanik ventilasyon (NIMV) akut solunum yetmezliğindeki seçilmiş olgularda gaz değişimini düzeltir; endotrakeal entübasyon ihtiyacını, komplikasyon riskini, yoğun bakımda kalış süresini ve mortaliteyi azaltır.<sup>8</sup> KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliklerinde NIMV endikasyonları giderek artan orta/ağır derecede dispne, solunum sayısının dakikada 25'in üzerinde olması, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, paradoksal abdominal solunum ve gaz değişim bozukluğunun bulunması ( $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg,  $\text{pH} < 7,35$  ve  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ ) ile hastanın NIMV'ye uygun olmasıdır.<sup>9</sup> KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliklerinde NIMV kullanımı ile fizyolojik parametrelerde, solunum paterninde ve arter kan gazlarında düzelme olduğu, komplikasyonların, hastanede kalış süresinin ve mortalitenin azaldığı randomize kontrollü çalışmalarla gösterilmiştir.<sup>10</sup>

Geçen 15-20 yıl boyunca volüm sınırlı ve basınç sınırlı ventilatörler geliştirilmiştir. Randomize kontrollü çalışmalarda volüm sınırlı ve basınç sınırlı NIMV ile tedavi etkili bulunmuştur. Bununla birlikte basınç sınırlı NIMV, pik inspiratuar basınçta daha az değişiklik olması nedeniyle hastalar tarafından daha iyi tolere edilir. Volüm sınırlı NIMV ise tidal volümde daha iyi sta-

bilite sağlar.<sup>11,12</sup> Basınç desteği ventilasyonu (pressure support ventilation: PSV) NIMV de en sık kullanılan moddur. PSV'de hasta eforu ile tetiklenen solunumda maske içi basıncı istenen hedef basınca ulaşıncaya kadar hedeflenen soluk volümü hastaya verilir. Kaçak olduğunda önceden ayarlanan basınç korunarak istenilen volüme ulaşılması, hasta ventilatör uyumunun göreceli olarak daha iyi olması, PSV ve pozitif ekspiryum sonu basınç (pozitif end expiratory pressure: PEEP) varlığında solunum işinin belirgin olarak azalması, PSV'nin bazı avantajlarıdır.<sup>13</sup>

Ventilasyonun basınç sınırlı modu ile volüm sınırlı modunun avantajlarının tek bir ventilasyon modunda bir araya getirilmesi, gittikçe artan oranda ilgi toplamaktadır. Volüm garantili basınç desteği (average volume assured pressure support: AVAPS) modu, basınç destekli ventilasyonun rahatlığı ve avantajları ile birlikte daha sabit tidal volüm sağlamak için geliştirilmiştir.<sup>14</sup> Hastaya sabit bir tidal volüm sağlama amacıyla otomatik olarak değişen basınç desteği verir. Bu yeni mod daha önce entübe hastalarda çalışılmış, kas işgücünde azalma ve daha iyi hasta-ventilatör uyumu sağladığı gösterilmiştir.<sup>15</sup> Ancak, klinik kullanıma geçirilmesine karşılık bu yeni modun, akut ve kronik hiperkapnik solunum yetmezliği olan hastalarda fizyolojik ve klinik etkileri yeterince araştırılmamıştır. Bu çalışmada NIMV uygulanma sırasında basınç desteğinin otomatik kontrolünün akut respiratuar bozuklukta yararlı olabileceği, manuel ayarlanan basınç desteği ile karşılaştırıldığında yararlı etkileri olduğu desteklenmiştir.<sup>17</sup> AVAPS'in etkinliğini ve tolerabilitesini değerlendiren daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, KOAH'a bağlı akut hiperkapnik solunum yetmezliğinin düzeltilmesinde, AVAPS stratejisinin manuel basınç desteği ile etkinlik ve tolerabilite açısından karşılaştırılmasıdır. Bu nedenle, Temmuz 2009-Temmuz 2011 tarihleri arasında GOLD kılavuzuna göre KOAH tanısı alan, alevlenme (nefes darlığında artış, balgam miktarı ve renginde değişiklik, öksürük, ateş veya mental durum bozukluğu semptomlarından bir veya birkaçının en az 24 saat bulunması) nedeniyle yatırılan hastalardan solunum sayısı  $>25$  olan ve arter kan gazında

$\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg,  $\text{pH} < 7,35$  olarak saptanan 35 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Araştırmaya kabul edilmeme kriterleri,

1. Solunum ve/veya kardiyak arrest
2. Yoğun sekresyon
3. Ajitasyon ve kooperasyon bozukluğu
4. Stabil olmayan klinik durum (hipotansif şok, kardiyak iskemi)
5. Maskenin oturmasına engel olabilecek yüze ait travma, yanık, anatomik bozukluk
6. Bozulmuş öksürük ve yutma refleksinin bulunması olarak kabul edildi.

Çalışmaya başlamadan önce hastane etik kurulundan onay alındı. Çalışmaya katılan tüm hasta veya hasta yakınlarına bilgilendirme yapıldı ve yazılı onam formu alındı.

Tüm hastalara manuel basınç destek ve AVAPS modları bulunan tek bir BiPAP cihazı (BiPAP AVAPS, Philips Respironics, Hollanda) ile ve oronazal maske kullanılarak ventilasyon uygulandı. Hastaların oronazal maskelerinde ekspirasyon valfi bulunmaktaydı. İnspiryum süresi 1 saniye, *rise time* 1 (0,1 sn) olarak ayarlandı. Çalışmaya alınan tüm hastalara aynı şekilde NIMV uygulanmak istenmesi nedeniyle tüm hastalara S/T modda, *back-up* solunum sayısı 12 ayarlanarak ventilasyon uygulandı. Çalışmada sırasıyla 45 dakika manuel basınç desteği modu (PS1), 45 dakika AVAPS modu ( ) ve yine 45 dakika manuel basınç desteği (PS2) modu uygulandı. Bütün uygulamalar arasında 1 saat NIMV'siz dönem bırakıldı (Şekil 1). Takibinde yaklaşık 24 saat (aralıklı olarak 4 saatlik uygulamalarla) hastalara, basit randomizasyon ile sırasıyla sadece manuel basınç desteği ya da AVAPS modu uygulandı. PS1 başlangıç uygulamasından sonra ve AVAPS uygulamasından sonra IPAP ve EPAP değerleri arter kan gazı ve klinik duruma göre bir seferde en fazla 1-2 mmHg olmak üzere artırıldı veya azaltıldı.

Hastalar tüm işlem boyunca yakın klinik takibe alınıp monitörize edildi. Başlangıç manuel basınç desteği IPAP 16 cm H<sub>2</sub>O ve EPAP 5 cm H<sub>2</sub>O olarak ayarlandı. Maksimum IPAP 30 cm H<sub>2</sub>O ve EPAP 10 olarak ayarlandı. Basınç desteği her hastaya tidal volüm 6-8 ml/kg, solunum hızı <30/dak ve maskeden kaçak minimal olacak şekilde ayarlandı. Oksijen saturasyonunun %90'ın üstü olacak şekilde oksijenizasyonun ayarlanmasına özen gösterildi. Başlangıçta ve her NIMV dönemi sonunda arter kan gazı alındı ve solunum hızı, dispne skorlaması (BORG vizüel analog skalası, 0=dispne yok, 10=ağır dispne), kalp hızı, arteriyel kan basıncı kaydedildi. NIMV uygulaması sırasında ventilasyon parametreleri (volüm, basınç), maskeden kaçaklar, oksijen saturasyonu sürekli monitörize edildi. Hastaların ventilatörlere uyumu ve maskeye bağlı yan etkiler gözlemlenip kaydedildi.

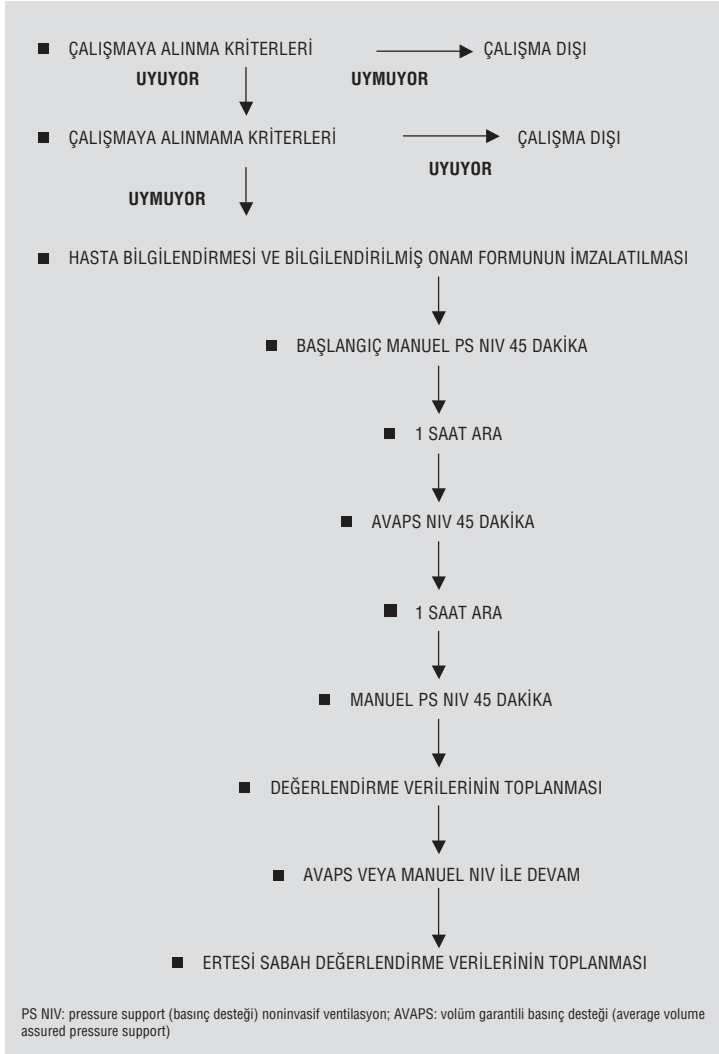
AVAPS modunda hedef tidal volüm 8 ml/kg, maksimum IPAP manuel moddaki IPAP'a 10 eklenerek maksimum 30 olacak şekilde ve minimum IPAP değeri EPAP+4, *rise time* 1 (0,1 sn) olarak ayarlandı.

İstatistiksel analizlerde "SPSS for Windows 16.0" programı kullanıldı. Analizler istatistik departmanı tarafından yapıldı. Tüm değişkenlerin karşılaştırmasında dağılım normal ise ortalama±standart sapma şeklinde tanımlayıcı istatistikleri verilip, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ve fark çıktığında "Bonferroni çoklu karşılaştırma testi" ile zamanlar ikili olarak karşılaştırıldı. Dağılım normal değilse medyan (minimum-maksimum) şeklinde tanımlayıcı istatistikleri verilip, "Friedman analizi" yapıldı ve fark çıktığında "Friedman çoklu karşılaştırma testi" ile ikili karşılaştırıldı.  $p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Gruplara göre her zaman noktası, dağılım normalse "t testi" ile karşılaştırıldı (ortalama±standart sapma). Dağılım normal değilse "Mann-Whitney U testi" ile karşılaştırıldı.

## BULGULAR

Temmuz 2009 ve Temmuz 2011 tarihleri arasında hastanemize başvuran ve çalışmaya alınan 35 hastanın karakteristik özellikleri ve çalışmaya başlandığı sıradaki değerleri "Tablo 1"de verilmekte ve aşağıda özetlenmektedir. Otuz beş hastanın 23'ü erkek, 12'si kadındı. Vücut kitle indeksi ortalaması  $27,2 \pm 5,6$  kg/m<sup>2</sup> idi. Hastaların 22'sinde ek hastalık vardı. Yedi hastaya pnömoni, 8 hastaya böbrek yetmezliği, 5 hastaya diabetes mellitus, 8 hastaya obstrüktif uyku apne sendromu, 6 hastaya hipertansiyon tanısı konmuştu. Solunum yetmezliğine girmeden son bir sene önceye kadar yapılmış solunum fonksiyon testleri olanların ortalama FEV<sub>1</sub> değeri %44,2±6,1, FEV<sub>1</sub>/FVC değeri ise %56,6±6,9 idi. APACHE (Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation) II skoru ortalaması  $16,5 \pm 4,2$  olan hastaların 8'inde değişik nedenlerle noninvaziv ventilasyon başarısız bulundu. Bir kişide solunum sayısı 35'in altına indirilemedi, üç kişide asidozda kötüleşme izlendi, iki kişide oksijen saturasyonu >%90'a çıkarılamadı ve iki hasta maskeyi tolere edemedi. Bu hastalarda NIMV başarısız kabul edildi. Yirmi dokuz hastada maskeye bağlı yüzde hafif kızarıklık ve iki hastada gözde iritasyon dışında komplikasyon izlenmedi.

Başlangıçta, basınç desteği modu ve AVAPS uygulanması sonrasındaki solunum sayısı, kalp hızı, ortalama kan basıncı, Borg skalası, IPAP ve EPAP, arter kan gazı, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, tidal volüm ve dakika ventilasyon değerleri ile maskeden hava kaçığı (*leak*) değerleri "Tablo 2"de yer almakta ve aşağıda özetlenmektedir. Solunum sayısında, kalp hızında ve ortalama kan basıncında başlangıça göre her NIMV periyodunda (PS1, AVAPS, PS2) azalma izlendi (sırasıyla  $p < 0,001$ ,  $p = 0,001$ ,  $p = 0,005$ ). Ancak AVAPS ile PS arasında fark saptanmadı. Borg skalası değerlendirildiğinde başlangıça göre nefes darlığında düzelmeye saptandı ( $p < 0,001$ ) ancak AVAPS ile PS arasında fark saptanmadı. Manuel PS ve AVAPS sırasında IPAP değerleri PS1 için  $16,3 \pm 1,0$  cm H<sub>2</sub>O, AVAPS için  $18,8 \pm 2,2$  cm H<sub>2</sub>O ve PS2 için  $16,6 \pm 1,4$  cm H<sub>2</sub>O olarak kaydedildi ( $p < 0,001$ ). EPAP değerleri PS1 için  $6,0 \pm 1,3$  cm H<sub>2</sub>O, AVAPS için  $6,5 \pm 1,2$  cm H<sub>2</sub>O, PS2 için  $6,4 \pm 1,3$  cm H<sub>2</sub>O olarak kaydedildi ( $p > 0,05$ ). Arter kan gazı değerlerinde, başlangıç değerine göre pH ve PaCO<sub>2</sub>'de her NIMV döneminde düzelmeler izlendi (iki değer için de  $p < 0,001$ ). Ancak AVAPS ile manuel PS arasında fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ). PaO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub> ve PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinde başlangıça göre AVAPS veya PS uygulanması sırasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla  $p = 0,42$ ,  $0,38$  ve  $0,109$ ). Dakika ventilasyonu (VE) PS1, AVAPS, PS2 için



Şekil 1. Çalışma protokolü

sırasıyla ortalama  $8,6 \pm 1,2$  L/m,  $10 \pm 1,3$  L/m,  $8,5 \pm 1,2$  L/m, tidal volüm (VT)  $398,1 \pm 72$  ml,  $464,5 \pm 69$  ml,  $407,2 \pm 72$  ml ve kaçak miktarı (*leak*)  $27 \pm 5,3$  L/m,  $29,4 \pm 4,8$  L/m,  $279 \pm 4,5$  L/m bulundu. VE, VT ve kaçak miktarı AVAPS'da PS'ye göre anlamlı derecede yüksek bulundu (sırasıyla  $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$  ve  $p = 0,013$ ).

On bir hastaya AVAPS ve 13'üne basınç desteği modunda, bir geceyi içine alacak şekilde yaklaşık 24 saat NIMV uygulanmasına devam edildi ve arter kan gazı değerleri kaydedildi (Tablo 3 ve 4). Hastaların geri kalan kısmı NIMV'yi tolere edemediğinden, entübasyon gereksinimi veya NIMV'yi istememeleri yüzünden çalışmaya devam edemedi. AVAPS ile devam edilenlerin kadın ve erkek sayısı sırasıyla 4 ve 7, PS ile devam edenlerin sayısı ise sırasıyla 3 ve 10'du ( $p = 0,48$ ). AVAPS ile devam edenlerin yaş ortalaması  $74 \pm 5,5$ , PS grubunun ise  $69,9 \pm 8$  idi ( $p = 0,18$ ). AVAPS ile devam edenlerin  $FEV_1$  ortalaması  $\%46,7 \pm 2,5$   $FEV_1/FVC$  ortalama  $\%58,8 \pm 6,4$ , PS grubun ise sırasıyla  $\%43,3 \pm 6,9$  ve  $55,5 \pm 7,2$  idi (sırasıyla  $p = 0,147$  ve  $p = 0,26$ ). AVAPS grubunda vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması  $28,5 \pm 5,3$  iken, PS grubunda  $27,06 \pm 5,6$  bulundu. AVAPS ile devam edenlerin APACHE II skoru ortalaması  $17,1 \pm 2,7$ , PS grubunun ise

$17,0 \pm 4,7$  idi ( $p = 0,12$ ). Bu parametrelerde iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı.

AVAPS ile devam eden grubun 24 saatlik izleminde hastaların birinde solunum sayısının 35 üzerinde olması, birinde oksijen saturasyonunda  $\%90$ 'ın üstüne ulaşamaması nedeniyle başarısız olunurken, kalan 9 hastada NIMV başarılı sayıldı. PS ile devam eden grupta iki hastada asidozda kötüleşme olması, iki hastada maske intoleransı, bir hastanın da NIMV istememesi yüzünden noninvasif ventilasyona son verildi ama on üç hastanın sekizinde NIMV başarılı sayıldı (Tablo 5). AVAPS ile ventil edilenlerin sekizinde maskeye ve hava akımına bağlı rahatsızlık oluşurken, PS grubunda 13 hastanın tümünde maskeye bağlı rahatsızlık kaydedildi (Tablo 6). Grupların ek hastalık profilleri tabloda belirtilmiştir (Tablo 3).

Başlangıç ve birinci gün solunum sayısı, kalp hızı, ortalama kan basıncı değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla  $p = 0,53$ ,  $p = 0,11$  ve  $p = 0,73$ ). AVAPS alan grupta ortalama IPAP  $20,2 \pm 2,8$  iken PS grubunda  $16,6 \pm 1,5$  idi ( $p = 0,001$ ). AVAPS alan grupta ortalama EPAP  $8,0 \pm 0,8$ , PS grubunda  $5,9 \pm 1,0$  idi ( $p = 0,001$ ). Arter kan gazı de-

**Tablo I.** NIMV uygulanan hastaların karakteristik özellikleri

	Ortalama±SS	n (%)
Erkek/Kadın	23/12 (65,7)	
Yaş (yıl)	70,08±8,52	
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	27,2±5,6	
Halen sigara içiyor mu?(evet/hayır)	4/31 (11,4)	
Ek hastalık (var/yok)	22/13 (%62,9)	
FEV <sub>1</sub> %	44.2±6.1	
FEV <sub>1</sub> /FVC %	56.6±6.9	
Ek hastalıklar	Yok	6
	Pnömoni	7
	Kalp yetmezliği	8
	Böbrek yetmezliği	2
	Diabetes mellitus	5
	OSAS	8
	Hipertansiyon	6
APACHE II skoru	16,5±4,2	
Başarısızlık	Başarılı	24 (68,6)
	SS>35	1 (2,9)
	Asidozda kötüleşme	3 (8,6)
	SpO <sub>2</sub> >90 sağlanamaması	2 (5,7)
	Maskeyi tolere edememe	2 (5,7)
	Sekresyonlarla başa çıkamama	2 (5,7)
	NIMV'yi istememe	1 (2,9)
Komplikasyon	Yok	4 (11,4)
	Maskeye bağlı rahatsızlık	29 (82,9)
	Nazal konjesyon, burun ve ağızda kuruluk, göz irritasyonu	2 (5,7)

SS: standart sapma; VKİ: vücut kitle indeksi; FEV<sub>1</sub>: zorlu ekspirasyonun ilk 1. saniyesinde çıkarılan gaz volümü (forced expiratory volume); FVC: zorlu vital kapasite (forced vital capacity); OSAS: obstrüktif uyku apne sendromu (obstructive sleep apnea syndrome); NIMV: noninvasif mekanik ventilasyon.

**Tablo II.** Ardışık AVAPS ve manuel basınç desteği uygulanan hastaların vital bulguları, ventilatör parametreleri, Borg skalası ve arteriyel kan gazı değerleri

	Başlangıç	PS1	AVAPS	PS2	p değeri
Solunum sayısı	29,6±4,6	24,4±3,6	22,8±3,7	22,05±2,9	<0,001
Kalp hızı	95,2±16,2	93,4±12,7	90±14,8	89,2±14,7	=0,001
Ortalama kan basıncı	95,6±15,2	91,3±15,1	89,9±12,6	89,0±13,7	=0,005
Borg skalası	6,5±2	5,1±2,4	4,5±2,5	4,6±2,4	<0,001
IPAP	16,1±1,0	16,3±1,08	18,8±2,22	16,6±1,40	<0,001
EPAP	5,8±1,0	6±1,36	6,5±1,2	6,4±1,3	<0,001
pH	7,29 ± 0,2	7,33±0,4	7,34±0,4	7,34±0,3	<0,001
PaO <sub>2</sub>	59±18,9	63,5±13,6	59,8±13,15	60,0±12,7	=0,42
PaCO <sub>2</sub>	71,3±14,7	63,6±11,2	62,1±10,4	62,8±10,7	<0,001
HCO <sub>3</sub>	34,14±6,2	33,65±5,8	33,37±5,4	33,885,9	=0,38
FiO <sub>2</sub>	32,9±8,9	37,4±6,7	35,9±5,7	36,4±5,6	=0,51
VE		8,6±1,2	10±1,3	8,5±1,2	<0,001
VT		398,1±72	464,5±69	407,2±72	<0,001
LEAK		27±5,3	29,4±4,8	27,9±4,5	=0,013
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>		182±40	171,7±33	168,9±38	=0,109

IPAP: insprituar pozitif hava yolu basıncı; EPAP: eksprituar pozitif hava yolu basıncı; VE: dakika ventilasyonu; VT: tidal volüm.

**Tablo III.** AVAPS veya manuel basınç desteği modu ile ventilasyon uygulanan hastaların karakteristik özellikleri

	AVAPS (11) %31,4 Ortalama±SS	PS(13) %37,1 Ortalama±SS	p değeri
Yaş (yıl)	74±5.5	69.9±8	0.18
Cinsiyet (erkek/kadın)	7/4	10/3	0.48
FEV <sub>1</sub>	46.7±2.5	43.3±6.9	0.14
FEV <sub>1</sub> /FVC	58.8±6.4	55.5±7.2	0.26
APACHE II skoru	17.1±2.7	17.0±4.7	0.12
VKI	28,5±5,3	27,06±5,6	0.5
Ek hastalıklar (n)	Yok	2	3
	Kalp yetmezliği	4	3
	Böbrek yetmezliği	0	2
	Diabetes mellitus	3	1
	OSAS	3	4
	Hipertansiyon	2	1
	Pnömoni	1	3

AVAPS: volüm garantili basınç desteği (average volume assured pressure support); SS: standart sapma; FEV<sub>1</sub>: zorlu ekspirasyonun ilk 1. saniyesinde çıkarılan gaz volümü (forced expiratory volume); FVC: zorlu vital kapasite (forced vital capacity); VKI: vücut kitle indeksi; OSAS: obstrüktif uyku apne sendromu

**Tablo IV.** AVAPS veya manuel basınç desteği uygulanan hastaların vital bulguları, ventilatör parametreleri, borg skalası ve arteriyel kan gazı değerleri

	AVAPS			PS			p değeri
	Başlangıç	4. saat	Birinci gün	Başlangıç	4. saat	Birinci gün	
Solunum sayısı	32±2,7	22,8±3,1	22,6±5,8	29,6±3,9	21,8±3,1	29,6±3,9	0,53
Kalp hızı	99±16,4	86,7±16,7	88,6±17	97,6±12,1	89,1±12,6	94,1±15,2	0,11
Ortalama kan basıncı	94,7±9,8	83,8±7	86,7±10,3	91,9±17	89,4±7	89,1±14,5	0,73
IPAP	16,9±1,64		20,2±2,8	15,7±0,5		16,6±1,54	0,018
EPAP	6,5±0,9		8,0±0,89	5,7±1,09		6,9±1,03	0,15
pH	7,28±0,03	7,33±0,03	7,35±0,03	7,29±0,03	7,34±0,05	7,34±0,04	0,69
PaO <sub>2</sub>	66,9±21,2	53,9±13,4	73,6±20,7	57,4±15,6	67,2±11,2	58,6±16,7	0,60
PaCO <sub>2</sub>	73,3±19,1	62,8±11,0	59,1±12,5	70,2±13,9	61,3±8,5	60,1±10,6	0,22
HCO <sub>3</sub>	35,8±5,05	35,3±5,3	34,6±6,1	33,6±7,3	32,7±6,7	31,4±7,7	0,69
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	190±51	145±21	172±39	179±42	186±43	171±53	0,64
VE			9,5±1,8			8,7±1,42	0,186
VT			434±88			400±59	0,33
Kaçak (leak)			28±2,4			28,3±4,4	0,91

AVAPS: volüm garantili basınç desteği (average volume assured pressure support); PS: basınç desteği (pressure support); IPAP: insprituar pozitif hava yolu basıncı; EPAP: eksprituar pozitif hava yolu basıncı; VE: dakika ventilasyonu; VT: tidal volüm.

ğerlerinde başlangıç değerine göre pH ve PaCO<sub>2</sub> değerlerinde her NIMV döneminde düzelmeler izlendi, AVAPS ile PS arasında birinci günde anlamlı fark bulunmadı. AVAPS grubunda birinci günde ortalama pH 7,35±0,03 iken PS grubunda 7,34±0,04 idi (p=0,69). PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinde birinci günde anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=0,072, p=0,91, p=0,27, p=0,73). Dakika ventilasyonu (VE), PS ve AVAPS için sırasıyla ortalama 8,7±1,4 L/m, 9,5±1,8 L/m, tidal volüm (VT) 400±59 ml, 434,5±88 ml ve kaçak miktarı (leak) 28±2,4 L/m,

28,3±4,4 L/m bulundu. Birinci günde VE, VT ve kaçak miktarı AVAPS grubunda PS'ye göre anlamlı derecede farklı bulunmadı (sırasıyla p=0,186, 0,001, p=0,30 ve p=0,91).

## TARTIŞMA

Çalışmamızda akut hiperkapnik solunum yetmezliği olan KOAH'lı hastalarda manuel basınç desteği ile volüm garantili

**Tablo V.** AVAPS ve manuel basınç desteği uygulanan hastalarda NIMV başarısı

		Grup		TOPLAM
		AVAPS	PS	
<b>Başarısızlık</b>	Başarılı	9	8	17
	Solunum sayısı >35	1	0	1
	Asidozda kötüleşme	0	2	2
	SpO <sub>2</sub> >90 sağlanamaması	1	0	1
	Maskeyi tolere edememe	0	2	2
	NIMV'yi istememe	0	1	1
<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>13</b>	<b>24</b>

**Tablo VI.** NIMV'ye bağlı yan etkiler

		Grup		TOPLAM
		AVAPS	PS	AVAPS
<b>Komplikasyon</b>	Yok	3	0	3
	Maskeye bağlı rahatsızlık	6	13	19
	Nazal konjesyon, göz irritasyonu	2	0	2
<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>13</b>	<b>24</b>

basınç desteği (AVAPS) modlarının etkileri araştırılmıştır. Öncelikle bu çalışma kısa süreli bir çalışmadır; volüm garantili basınç desteği modu ve basınç desteği modu önce 45 dakikalık periyodlarla, sonra da bir geceyi içine alacak şekilde yaklaşık 24 saat aralıklı NIMV uygulanmıştır ve bu iki modun hastalar üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. NIMV uygulama süreleri daha önce yapılmış çalışmalar göz önünde bulundurularak ayarlanmıştır.<sup>16,17,23</sup> Çalışmada tüm hastalara aynı şekilde uygulama yapılması amaçlandığından, tüm hastalara aynı *bi-level* cihaz ile NIMV yapılmıştır. Cochrane analizinde 14 randomize kontrollü çalışmanın sonuçları kombine edildiğinde KOAH alevlenmesinde NIMV uygulamasının mortaliteyi (relatif risk 0,52; %95 GA 0,35-0,76), intübasyon gereksinimini (relatif risk 0,41; %95 GA 0,33-0,53) ve tedavi başarısızlığını (RR 0,48; %95 GA 0,37-0,63) azalttığı ve aynı zamanda pH ile solunum hızında düzelmeye sağladığı sonucuna varılmıştır.<sup>38</sup> Ağır KOAH alevlenmelerinde NIMV kullanımı ile ilgili başka bir sistematik derlemede, standart KOAH tedavisine göre tedavi başarısızlık oranı, entübasyon oranı ve hastanede mortalite oranında azalma gösterilmiştir.<sup>34</sup> İlk 60 dakika içinde pH, PaCO<sub>2</sub> ve bilinç düzeyinde görülen düzelmeye, hastalarda başarımın ön belirleyicisidir. İlk 4 saatte tedaviye yanıt alınmıyorsa başarı şansı çok düşüktür.<sup>39</sup>

Bizim çalışmamızın en önemli sınırlamaları kısa süreli bir çalışma olması ve hasta sayısının az olmasıdır. Bununla birlikte literatürdeki bilgiye paralel olarak birinci saatten itibaren solunum hızında, pH'da ve gaz değişiminde anlamlı düzelmeler izlenmiştir.

Genel olarak bakıldığında NIMV başarısızlığı ile ilgili %5-40 arasında değişen oranlar verilmektedir.<sup>19</sup> Bizim çalışmamızda başarısızlık, toplam 35 hastanın 8'inde (%23) saptanmıştır. Başarısızlık çalışmamızda, erken dönem başarısızlık olarak değerlendirilmiştir. İki NIMV modunun kısa dönemde etkilerini araştırdığımız çalışmamızda geç dönem başarısızlık (>48 saat) değerlendirilmemiştir.

NIMV volüm kontrollü, basınç kontrollü ve basınç destekli modlarda başarılıdır ancak basınç desteği en sık kullanılan moddur. *Bi-level* ventilatörlerde yine basınç desteği modu en sık kullanılandır. AVAPS kullanımı ile ilgili yeterli kanıt yoktur.<sup>15,35</sup> Yapay akciğer kullanılarak yapılan bir laboratuvar çalışmasında da volüm garantili NIMV'nin değişik akciğer kompliyansı ve rezistansı durumunda hedeflenen tidal volüme ulaşmasının daha iyi olduğu ve ek devre hava kaçaklarının dakika ventilasyonuna etkisinin minimal olduğu gösterilmiştir.<sup>20</sup> Kompliyansın arttığı durumlarda dakika ventilasyonunda azalma, manuel basınç destekli moda göre daha az olmaktadır.

Battisti ve arkadaşlarının *bi-level* makine ile otomatik basınç desteği kullanımının manuel basınç desteği ile karşılaştırıldığı bir fizibilite çalışmasında, PaCO<sub>2</sub>'de düşme ve pH'da yükselmenin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada hasta sayısı yetersizdir, heterojen bir grubu içermektedir ve çalışma periyodları her iki mod için 45 dakika tutulmuştur. Aynı çalışmada hasta ventilatör uyumunun da otomatik basınç desteği modunda iyi olduğu vurgulanmıştır.<sup>17</sup> Olasılıkla bu durum klinisyenin iş yükünü azaltır. Bizim çalışmamızda da aynı periyodlarda manuel basınç desteği ve AVAPS uygulandı, ancak arteriyel kan gazı

ile değerlendirilen gaz değişimi parametrelerinde iki mod arasında farklılık saptanmadı.

Hastanın NIMV toleransı akut solunum yetmezliğinde entübasyondan korunmak için önemlidir. Hastanın spontan solunumu ve ventilatörün hava akımını başlatması (hasta-ventilatör uyumu) tolerans ile ilişkilidir. Maskeden kaçaklar, ventilatör ayarlarının uygun yapılması da toleransı etkiler.<sup>17,21,22</sup> AVAPS ile inspiratuar basıncın erken ve uygun titrasyonunun sağlanabileceği öngörülmektedir. Çalışmamızda AVAPS uygulanan hastalarda IPAP değerinin daha yüksek bulunmasına karşılık birinci günde maskeden kaçaklarda iki mod arasında belirgin fark saptanmamıştır.

Volüm garantili NIMV (VAPS) hedeflenen tidal volüme ulaşmak için otomatik inspiratuar basınç desteği sağlar. Teorik olarak kaçak kompensasyonu, volüm ve basınç ayarlı destek modlarından daha iyidir. Stabil KOAH'lı 9 hastada yapılan kısa süreli bir çalışmada, arter kan gazlarında, konforda ve uykuda etkinliği, volüm ve basınç destekli modlarla eşit bulunmuştur.<sup>30</sup> Çalışmamızda da arter kan gazlarında, komplikasyon ve hava kaçakları açısından fark bulunmadı. Obezite hipoventilasyon sendromu bulunan hastalarda, basınç ayarlı NIMV'yle karşılaştırıldığında transkütanöz CO<sub>2</sub>'de azalma ile birlikte nokturnal ventilasyonda iyileşmenin daha iyi olduğu gösterilmiştir.<sup>14</sup>

Oscroft ve arkadaşları kronik ventilatuar yetmezlikli KOAH'lılarda yaptıkları bir çalışmada volüm garantili basınç desteğini (AVAPS), basınç ayarlı manuel basınç desteği ile karşılaştırmışlardır. Uzun süreli (8 hafta) dönemlerde arter kan gazı değerlerinde, nokturnal ventilasyon, akciğer fonksiyonları, egzersiz kapasitesi ve tolerabilitede farklılık izlenmemiştir.<sup>31</sup> Basınç ayarlı destek ile volüm garantili mod arasında, PaCO<sub>2</sub> ve ortalama nokturnal saturasyon bakımından klinik olarak önemsiz düzeyde farklılıklar izlenmiştir. Bu çalışma kronik solunum yetmezliğindeki hastalarda yapılmıştır. Bizim çalışmamızda ise, KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliği olan hastalarda hem AVAPS hem de manuel basınç desteğinin, eşit olarak, arteriyel kan gazı değerlerinin ve solunumsal parametrelerin düzelmesi üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır.

AVAPS yeni bir moddur, önceleri entübe hastalarda ve obeziteye bağlı kronik hipoventilasyonu olan hastalarda kullanılmış ve daha yüksek akciğer volümleri sağladığı, kas iş yükünü azalttığı, hasta konforunun manuel basınç desteği modu ile benzer olduğu gösterilmiştir.<sup>14</sup> Vizüel analog skorlaması iki mod için aynı bulunmuştur.<sup>30</sup> Bizim çalışmamızda dispne değerlendirmesinde Borg skalası kullanılmış ve iki mod arasında fark saptanmamıştır.

Storre ve arkadaşlarının obezite hipoventilasyon sendromu olan hastalarda yaptıkları çalışmada, maskeden kaçak oranları iki grupta da yüksek bulunmuştur. AVAPS uygulanması sırasında ekspiryum volümü daha yüksek çıkmıştır.<sup>14</sup> Transkütanöz CO<sub>2</sub> değerleri AVAPS ile NIMV uygulanması sırasında anlamlı şekilde düşmüş ve manuel basınç desteği modu ile karşılaştırıldığında transkütanöz CO<sub>2</sub> değeri AVAPS ile daha düşük bulunmuştur. Altı haftalık izlem sırasında, geceleri hastalar, manuel PS ile hiperkapnik kalırken AVAPS ile uyku sırasında transkütanöz CO<sub>2</sub>'de düşme anlamlı olarak daha iyi bulunmuştur.<sup>14</sup> Bizim çalışmamızda tidal volüm AVAPS uygulananlarda daha yüksek

ölçülmüştür ama birinci günde maske kaçakları arasında fark izlenmemiştir. Tidal volümün yeterli ve uygun basınç desteği ile verilmesi hasta konforunu artırır ve klinisyenin iş yükünü azaltır.

Çalışmamızda AVAPS modunda ilk dört saatte, basınç desteği moduna göre daha yüksek tidal volüm ve dakika ventilasyonu ile birlikte yüksek kaçak miktarının olması, başlangıçta uygulanan inspiratuar basıncın, manuel basınç desteğindeki göre daha fazla olması ve hasta uyumunun başlangıçta iyi olması ile açıklanabilir. Buna karşılık ekspirasyon tidal volümün AVAPS modunda iyi kompanse edildiği görülmüştür.

Basınç desteğinin fazla olması durumunda obstrüktif hastalarda dinamik hiperinflasyonda kötüleşme, etkili olmayan inspiratuar çabaların artmasına, gastrik hava alımına bağlı rahatsızlığa, bulantıya, aspirasyona ve maskeden hava kaçaklarının artmasına neden olur.<sup>24,25</sup> AVAPS ile uygun volümün yeterli basınç desteği ile verilmesi bu rahatsızlığı azaltabilir.

NIMV uygulanmasında basınç desteği, basınç ayarlı veya volüm ayarlı olarak yapılabilir. Ancak iki modun da yetersizlikleri vardır. Volüm kontrollü NIMV'de ayarlanmış tidal volümün hastaya verilmesi hedeflenir. Ancak çalışmalar maske kaçaklarından hasta ventilasyonunun %50'ye kadar düşebileceğini göstermiştir; ayrıca uyku sırasında ventilasyonda azalma da olabilmektedir.<sup>26,27</sup> Ayrıca basınç ayarlı NIMV maske kaçakları iyi tolere edilir ama inspiratuar basınç hasta eforuna, akciğer kompliyansı ve hava yolu rezistansına bağlı olarak ventilasyonda değişikliklere neden olabilir.<sup>26-29</sup> Laboratuvarda yapılan model çalışmalarında, pozitif basınçli ventilatörlerde kaçak kompensasyonu, hastaya verilen tidal volüm ve ayarlanan basınçlar incelendiğinde, ventilatörler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür.<sup>26,27</sup> Hasta uyanırken ayarlanan tolere edebileceği basınç desteği, hasta uyurken nokturnal hipoventilasyonu kontrol etmeyebilir.<sup>32</sup> Ayrıca yüksek basınçlar bazı hastalar tarafından tolere edilemeyebilir. Fazla ve gereksiz basınç desteği hasta toleransını ve rahatını bozan majör nedendir. Bu durumu düzelterek hasta-ventilatör uyumunu sağlamak, entübasyondan korumak için önemlidir.<sup>24,33</sup>

Hava kaçağı tolerabilitesinin iyi olmasıyla volüm garantili NIMV sabit bir volümün hastaya ulaşmasını sağlar ve pulmoner mekaniklerde, hasta eforundaki değişikliklerden ve uykudaki değişikliklerden, diğer modlara göre daha az etkilenir. Diğer teorik avantajları düşük basınç desteğinin hasta konforunu artırması, uykuya başlamayı kolaylaştırması, barotravma riskini azaltması ve NIMV titrasyon süresini kısaltmasıdır.<sup>20</sup>

NIMV'de başarı, hastaların cihazı ve maskeyi tolere edebilmesiyle orantılıdır. Hastaların maske intoleransı %20-25 olarak bildirilmiştir.<sup>18</sup> Teorik olarak yüz maskesiyle daha az hava kaçağı olmakla birlikte, nazal maske ile de hastanın ekspektasyon, konuşma ve yutma fonksiyonları sağlanmaktadır. Maskeden büyük ölçüde hava kaçağı olması NIMV'nin başarısını olumsuz yönde etkiler.<sup>7</sup> Inspiratuar (IPAP) ve ekspiratuar (EPAP) basınç titrasyonları da yöntemin başarısını etkileyen faktörlerdir. IPAP ve EPAP için kesin bir sınır bildirilmemiştir. Bizim çalışmamızda manuel basınç desteği uygulanan iki hasta maskeyi tolere edememiş, bir hasta BiPAP kullanmayı istememiştir. AVAPS uygulanan tüm hastalar maskeyi tolere edebilmiştir. Çalışma



süremizin kısa olması ve hasta sayımızın az olmasına karşılık AVAPS'in hasta tarafından tolere edilmesinin daha iyi olduğu söylenebilir.

Görünüşe göre NIMV uygulaması, hemşirelik bakımı ve yardımcı personel bakımından ek zaman ve iş gerektirmektedir. Ancak Kramer'in çalışmasında, hasta bakım zamanı açısından NIMV uygulanan grupta kontrol grubuna göre anlamlı fark saptanmamıştır.<sup>36</sup> Bir diğer çalışmada ise NIMV kullanılan hastalarda daha fazla bakım zamanına gerek duyulduğu belirtilmiş ve bu da NIMV'nin başarısızlığı olarak yorumlanmıştır.<sup>37</sup>

Maske kullanımı hem konforsuzdur hem de akut dispneik hastalar için klostrofobiktir. Ayrıca fasiyal deri nekrozuna yol açabilir. Cilt ülserleri %2-23 olguda bildirilmiştir ve 1. saat içinde oluşabilmektedir.<sup>39</sup> Maske-hasta uyumunun az olması büyük miktarda hava kaçığına yol açar ve bu da ventilasyonun etkinliğini azaltır. Kramer'in çalışmasında, sadece 2 hastada nazal köprü ülserasyonu geliştiği, bunun dışında işlemin hastalar tarafından iyi tolere edildiği ve birkaç minör komplikasyona karşılık güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir.<sup>36</sup> Bizim çalışmamızda da hastalarda maskeye bağlı deri kızarıklığı dışında belirgin yan etki izlenmemiştir.

Sonuç olarak, KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliği olan hastalarda hem AVAPS hem de manuel basınç desteğinin arterial kan gazı değerlerinin ve solunumsal parametrelerin düzelmesi üzerine olumlu etkileri vardır. AVAPS ile basınç ventilasyonu, yeterli inspiratuar basınç ile uygun volümü garanti ederek, hasta ventilatör ilişkisi üzerine olumlu etkilerde bulunur. Tidal volümün yeterli ve uygun basınç desteği ile verilmesi hasta konforunu artırmanın yanı sıra klinisyenin iş yükünü azaltır. AVAPS'in akut solunum yetmezliğinde etkinlik ve tolerabilitesini araştıran geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;176:532-555.
- Hagedorn SD. Acute exacerbations of COPD. How to evaluate severity and treat the underlying cause. *Postgrad Med* 1992;91:105-112.
- Sifakas NM, Vermeire P, Pride NB, Paoletti P, Gibson J, Howard P, et al. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Eur Respir J* 1995;8:1398-1420.
- Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2003;326:185.
- Deveci F, Turgut T. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH)'nda akut solunum yetmezliği. *Solunum Hastalıkları* 2001;12:158-163.
- Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA* 2002;287:345-355.
- Soo Hoo GW, Santiago S, Williams AJ. SO. Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary. *Crit Care Med* 1994;22:1253-1261.
- Bott J, Carroll MP, Conway JH, Keilty SE, Ward EM, Brown AM, et al. Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet* 1993;341:1555-1557.
- Kyan E. KOAH atakta non invazif mekanik ventilasyon. *Solunum* 2001;3:62-66.
- Khilnani GC, Banga A. Noninvasive ventilation in patients with chronic obstructive airway disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2008;3:351-357.
- Windisch W, Storre JH, Sorichter S, Virchow JC. Comparison of volume- and pressure-limited NPPV at night: a prospective randomized cross-over trial. *Respir Med* 2005;99:52-59.
- Schonhofer B, Sonneborn M, Haidl P, Bohrer H, Kohler D. Comparison of two different modes for noninvasive mechanical ventilation in chronic respiratory failure: volume versus pressure controlled device. *Eur Respir J* 1997;10:184-191.
- Kaya A, Sungur M. Noninvasif Mekanik Ventilasyon (Ekipman ve Modlar). Ed: Kaya A, Karakurt S. Noninvasif Mekanik Ventilasyon, Poyraz Tıbbi Yayıncılık, Ankara, 2006:39-50.
- Storre JH, Seuthe B, Fiechter R, Milioglou S, Dreher M, Sorichter S, et al. Average Volume-Assured Pressure Support in Obesity Hypoventilation: A Randomized Crossover Trial. *Chest* 2006;130:815-821.
- Amato MB, Barbas CS, Bonassa J, Saldiva PH, Zin WA, de Carvalho CR. Volume-assured pressure support ventilation (VAPSV). A new approach for reducing muscle workload during acute respiratory failure. *Chest* 1992;102:1225-1234.
- Battisti A, Roeseler J, Tassaux D, Jolliet P. Automatic adjustment of pressure support by a computer-driven knowledge-based system during noninvasive ventilation: a feasibility study. *Intensive Care Med* 2006;32:1523-1528.
- Battisti A, Tassaux D, Bassin D, Jolliet P. Automatic adjustment of noninvasive pressure support with a bilevel home ventilator in patients with acute respiratory failure: a feasibility study. *Intensive Care Med* 2007;33:632-638.
- Meyer TJ, Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Ann Intern Med* 1994;120:760-770.
- Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. *Chest* 1998;113:1339-1346.
- Oscroft NS, Smith IE. A bench test to confirm the core features of volume assured non-invasive ventilation. *Respirology* 2010;15:361-364.
- Tobin M, Jubran A. Patient ventilator interaction. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1059-1063.
- Calderini E, Confalonieri M. Patient Ventilator asynchrony during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 1999;25:662-667.
- Hilbert G, Gruson D, Benissan G. Sequential use of noninvasive pressure support ventilation for acute exacerbations of COPD. *Intensive Care Med* 1997;23:955-961.
- Leung P, Jubran A, Tobin M. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort and dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1940-1948.
- Schettino GP, Tucci MR, Sousa R, Valente Barbas CS, Passos Amato MB, Carvalho CR. Mask mechanics and leak Dynamics during noninvasive pressure support ventilation: a bench study. *Intensive Care Med* 2001;27:1887-1891.
- Smith IE, Shneerson JM. A laboratory comparison of four positive pressure ventilators used in the home. *Eur Respir J* 1996;9:2410-2415.
- Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. *Eur Respir J* 2001;17:259-267.
- Tuggey JM, Elliott MW. Randomised crossover study of pressure and volume non-invasive ventilation in chest wall deformity. *Thorax* 2005;60:859-864.
- Highcock MP, Shneerson JM, Smith IE. Functional differences in bi-level pressure preset ventilators. *Eur Respir J* 2001;17:268-273.
- Crisafulli E, Mani G, Kidonias M, Trianni L, Clini EM. Subjective sleep quality during AVAPS ventilation in patients with hypercapnic COPD: A physiological pilot study. *Lung* 2009;187:299-305.
- Oscroft NS, Ali M, Gulati A, Davies MG, Quinnell TG, Shneerson JM, et al. A randomised crossover trial comparing volume assured

- and pressure preset noninvasive ventilation in stable hypercapnic COPD. *COPD* 2010;7:398-403.
32. McEvoy RD, Pierce RJ, Hillman D, Esterman A, Ellis EE, Catchside PG, et al. Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial. *Thorax* 2009;64:561-566.
  33. Russell WC, Greer JR. The comfort of breathing: a study with volunteers assessing the influence of various modes of assisted ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:3645-3648.
  34. Keenan SP, Mehta S. Noninvasive ventilation presenting with acute respiratory failure: The randomised controlled trials. *Respiratory care* 2009;54:116-126.
  35. Scala R, Naldi M. Ventilators for noninvasive ventilation to treat acute respiratory failure. *Respir Care* 2008;53:1054-1080.
  36. 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.
  37. Chevolet JC, Jolliet P, Abajo B, Toussi A, Louis M. Nasal positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. Difficult and time-consuming procedure for nurses. *Chest* 1991;100:775-782.
  38. Ram FS, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;(3):CD004104.
  39. Sinuff T, Keenan SP. Clinical practice guideline for the use of noninvasive positive pressure ventilation in COPD patients with acute respiratory failure. *J Crit Care*. 2004 Jun;19:82-91.