

# AKUT SOLUNUM YETMEZLİĞİ BULUNAN HASTALARDA BIPAP VE BIPAP + PSV SOLUNUM MODLARININ ALVEOLAR GAZ DEĞİŞİMİ VE HEMODİNAMİ ÜZERİNE ETKİSİ Akut Solunum Yetmezliğinde BIPAP ve BIPAP+PSV

Hale BORAZAN<sup>1</sup>, Ender GEDİK<sup>2</sup>, M. Özcan ERSOY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, KONYA  
<sup>2</sup> İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, MALATYA

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada akut solunum yetersizliğinde, BIPAP ve BIPAP + PSV modlarının alveolar gaz değişimi ve hemodinami üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı. **Gereç ve Yöntem:** 50 olgu, sedatize edilerek, ventilator ile solutuldu. Olgulara ilk 6 saat BIPAP, sonraki 6 saat BIPAP + 10 cmH<sub>2</sub>O PSV uygulandı. Veriler; ortalama arter basıncı (OAB), kalp atım hızı (KAH), inspiratuar basınç (P<sub>insp</sub>), pik basınç (P<sub>peak</sub>), plato basınç (P<sub>plato</sub>), ortalama basınç (P<sub>mean</sub>), minimum basınç (P<sub>min</sub>), PEEP<sub>i</sub>, toplam dakika hacmi (MV<sub>top</sub>), spontan solunum dakika hacmi (MV<sub>spo</sub>) ve oranları, toplam solunum frekansı (f<sub>top</sub>), spontan solunum frekansı (f<sub>spo</sub>) ve mekanik ventilasyon frekansı (f<sub>mek</sub>), inspiryum ve ekspiryum soluk hacimleri (VT<sub>insp</sub>, VT<sub>eksp</sub>), rezistans, kompliyans, arteriyel kan gazı değerleri, FiO<sub>2</sub> düzeyleri ve Horovitz İndeksi (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) yapay solunumun başlangıcında (T1), ilk 6 saat BIPAP ventilasyonu sonunda (T2) ve sonraki 6 saat BIPAP + 10 cmH<sub>2</sub>O PSV uygulamasının sonunda (T3) kaydedildi.

**Bulgular:** Olguların hemodinamik verileri, P<sub>peak</sub>, MV<sub>top</sub>, VT<sub>insp</sub>, VT<sub>eksp</sub>, havayolu rezistansı, kompliyansı, PaCO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub> ve PaO<sub>2</sub> değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. BIPAP + PSV ventilasyonu ile P<sub>insp</sub> azalırken, P<sub>mean</sub>, spontan solunum sayısı ve toplam spontan dakika hacim artışı anlamlıydı (p<0.05). Arteriyel kan gazı analizinde, BIPAP + PSV ventilasyonu ile olguların FiO<sub>2</sub> düzeyleri azalırken, Horovitz indeksi değerleri arttı (p<0.05). **Sonuç:** BIPAP modunun ve 10 cmH<sub>2</sub>O PSV eklenmesinin oksijenizasyonu olumlu etkilediği sonucuna ulaşıldı. Bileşik ventilasyonun homojen alt gruplarda ve uzun süreli ventilasyonda etkilerinin çalışılması gerektiğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Akut solunum yetersizliği, BIPAP, PSV, bileşik ventilasyon

Selçuk Tıp Derg 2006;22:119-126

## SUMMARY

**The effects of BIPAP and BIPAP+PSV ventilatory modes on haemodynamics and alveolar gas exchange in patients with acute respiratory failure**

**Aim:** In this study, the aim is to determine the effects of BIPAP on alveolar gas exchange and haemodynamics over BIPAP + PSV mode in acute respiratory failure. **Material and method:** After sedation, 50 patients with acute respiratory failure were ventilated. BIPAP was preferred for first six hours and 10 cmH<sub>2</sub>O PSV was added on BIPAP for the second six hours. Mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), inspiratuar pressure (P<sub>insp</sub>), peak pressure (P<sub>peak</sub>), plato pressure (P<sub>plato</sub>), mean pressure (P<sub>mean</sub>), minimum pressure (P<sub>min</sub>), intrinsic PEEP (PEEP<sub>i</sub>), total minute volume (MV<sub>top</sub>), spontaneous minute volume (MV<sub>spo</sub>) and ratios, total frequencies (f<sub>top</sub>), spontaneous frequency (f<sub>spo</sub>) and ventilatuar frequency (f<sub>mek</sub>), inspirium ve expirium tidal volumes (VT<sub>insp</sub>, VT<sub>eksp</sub>), resistans, complians, arteriel

Yazışma Adresi : Dr. Hale BORAZAN

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D., Konya

e-posta: hborazan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 17.02.2006

Yayına Kabul Tarihi: 24.05.2006

blood gases values,  $FiO_2$  values and Horovitz Index ( $PaO_2/FiO_2$ ) were recorded at, T1: initiation of ventilation, T2: end of the BIPAP ventilation, T3: end of BIPAP + PSV ventilation. **Results:** There was no statistically difference in haemodynamic data,  $P_{peak}$ ,  $MV_{top}$ ,  $VT_{insp}$ ,  $VT_{eksp}$ , airway resistance, compliance,  $PaCO_2$ ,  $SaO_2$  ve  $PaO_2$  values. The increase in spontaneous respiratory rate and decrease in  $P_{insp}$  with BIPAP + PSV mode was statistically significant ( $p<0.05$ ). Arterial blood gas analysis with BIPAP + PSV ventilation,  $FiO_2$  levels were reduced while Horovitz index values were increased ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** BIPAP and adding 10  $cmH_2O$  PSV provide positive effects on oxygenation. We think that the effects of this kind of hybrid ventilation should investigate at homogenous sub-groups and long term ventilation.

**Key words:** Acute respiratory failure, BIPAP, PSV, hybrid ventilation

Bireyin yaşadığı ortamın  $O_2$  konsantrasyonu ( $FiO_2$ ) düzeyinde, yaşına göre beklenen normal değerlerin altında bir  $PaO_2$ , kronik hiperkarsi olanlar dışında 50 mmHg'nin üzerinde ve yükselmekte olan  $PaCO_2$  düzeyleriyle, pH değerinin  $\leq 7.25$  olması akut solunum yetersizliği olarak tanımlanmaktadır (1-3).

Yapay solunum, spontan solunumun yaşamsal işlevleri sürdürmek için yetersiz olduğu veya diğer organ fonksiyonlarının olası kollapsının engellenmesi için ventilasyonun kontrol altına alınması gereken durumlarda ve kardiyopulmoner arrest koşullarında kullanılır (4). Akut solunum yetersizliği olan olgularda yapay solunum, endikasyonu olduğunda tedavinin en önemli bileşenidir. Temel hedef akut solunum yetersizliğinin patofizyolojisini düzeltmektir. Uygun kullanıldığında, yapay solunum komplikasyonları birincil hastalıktan fazla hasar oluşturabilmektedir (5).

Bifazik pozitif havayolu basıncı (biphasic positive airway pressure, BIPAP); iki farklı sürekli pozitif havayolu basıncı (continuous positive airway pressure, CPAP) düzeyi arasındaki basınç farkıyla, solunum döngüsünün tamamında spontan solunuma izin veren, zaman ayarlı, basınç kontrollü bir solunum modudur. Spontan solunumun korunması ve sedasyon gereksiniminin azalmasıyla BIPAP mekanik ventilatörden ayrılma sürecini kısaltmaktadır (6,7).

Basınç destekli ventilasyon (pressure support ventilation, PSV); spontan solunumu olan olgularda kullanılabilen bir solunum modudur. Ayarlanan CPAP ve tetik düzeyi ile olguların her bir spontan solunumu mekanik ventilatör

tarafından desteklenir. Bu mod, ventilatörden ayrılma sürecinde yaygın olarak kullanılmaktadır (6,7).

Modern ventilatörlerde, BIPAP ve PSV tek başına ya da beraber kullanılmasına rağmen, iki modun birlikte kullanılmasının klinik anlamı ve avantajları üzerine yeterli veri bulunmamaktadır (8).

Çalışmamızda, akut solunum yetersizliğine sahip olgularda, BIPAP ve BIPAP + PSV solunum modlarının alveolar gaz değişimi ve hemodinami üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, fakülte etik kurul onayını takiben, 18 yaşından büyük 21'i pulmoner (1 pulmoner emboli, 13 lobar pnömoni, 2 aspirasyon pnömonisi, 2 plevral effüzyon, 3 ateletazi) 29'u ekstrapulmoner (4 karbonmonoksit zehirlenmesi, 6 organofosfat zehirlenmesi, 9 ilaç zehirlenmesi, 2 müsküler distrofi, 3 myastenia gravis, 1 tetanoz, 1 amiyotrofik lateral skleroz, 1 yelken göğüs, 1 myotonik distrofi, 1 skolyoz) akut solunum yetersizliğine sahip toplam 50 olguda gerçekleştirildi. Spontan solunumu olmayan, kronik obstrüktif akciğer hastalığı bulunan, bronkopulmoner kaçığı bulunan, hemodinamik açıdan uygun olmayan ve kafa içi basıncı artmış olgular çalışma dışı bırakıldı. Olgular beş yollu elektrokardiyogram (EKG), puls oksimetri ( $SpO_2$ ), non-invaziv kan basıncı ve dominant olmayan eldeki radyal arterden invaziv kan basıncı, saatlik idrar çıkımı ve gerekli ise sağ subclavian venden santral venöz basınç ile monitorize

edildi ve Evita 4 ventilatöre (Drager Medizintechnik GmbH, Lübeck, Germany) bağlandı. Endotrakeal tüp ve ventilatör bağlantısı; bakteri-nem filtresi, mount piece, CO<sub>2</sub> küveti, Y parçası ve su tutucular içeren 1,2-1 (E:I) metre uzunluğunda orijinal erişkin solunum devreleri ile sağlandı. Solunum devresine ventilatörün ısı ve CO<sub>2</sub> sensörleri eklendi. Hemodinamik açıdan uygun oldukları sürece 30-45° yarı oturur pozisyonda kaldı. Olgular yapay solunumun süresince akut sorunlarının tedavileri ve stabilizasyon amacıyla intravenöz olarak remifentanil 0,10-0,15 µg/kg/dk (Ultiva®, 2 mg flakon, GlaxoSmithKline İlaçları San. Ve Tic.A.S. Levent /İstanbul) ve midazolam 0,05 mg/kg/sa (Dormicum®, 15 mg/3ml ampul, F.Hoffmann-La Roche Ltd, Basel Switzerland) infüzyonu ile Ramsay sedasyon skoru (9) 4 olacak şekilde sedatize edildi.

İlk 6 saat olgular BIPAP modu ile solutuldu. PaCO<sub>2</sub> değeri 35-50 mmHg olacak şekilde dakika hacmini oluşturacak tidal hacim ve solunum frekansı ayarlandı. Barotravma oluşturmamak için P<sub>insp</sub> üst sınırı 34 cmH<sub>2</sub>O ve volutravma oluşturmamak için tidal hacim üst sınırı 8 mL kg<sup>-1</sup>, olarak ayarlandı. İntrensek PEEP (PEEPi) artışını engellemek açısından solunum frekansı 16 dk<sup>-1</sup>'yü geçmedi. PaO<sub>2</sub> değeri 70-90 mmHg ve FiO<sub>2</sub> düzeyi % 60'ı geçmeyecek şekilde, I:E oranı 1:2, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O, basınç yükselme süresi 0,20 saniye, PSV düzeyi 0, endotrakeal tüp boyutuna uygun olarak ayarlanmış otomatik tüp kompensasyonu (ATC) düzeyi % 100 olarak sabit tutuldu. Ölçümlerde bakılacak parametreler; ortalama arter basıncı (OAB), kalp atım hızı (KAH), inspiratuar basınç (P<sub>insp</sub>), pik basınç

(P<sub>peak</sub>), plato basınç (P<sub>plato</sub>), ortalama basınç (P<sub>mean</sub>), minimum basınç (P<sub>min</sub>), PEEP<sub>i</sub>, toplam dakika hacmi (MV<sub>top</sub>), spontan solunum dakika hacmi (MV<sub>spo</sub>) ve oranları, toplam solunum frekansı (f<sub>top</sub>), spontan solunum frekansı (f<sub>spo</sub>) ve mekanik ventilasyon frekansı (f<sub>mek</sub>), inspiyum ve ekspiyum soluk hacimleri (VT<sub>insp</sub>, VT<sub>eksp</sub>), rezistans, kompliyans, arteriyel kan gazı değerleri, FiO<sub>2</sub> düzeyleri ve Horovitz İndeksi (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) olarak belirlendi. Ventilasyon boyunca I:E oranı, FiO<sub>2</sub> düzeyi, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> değerleri için önceden belirlenen sınırlar korunacak şekilde olguların bireysel gereksinimlerine uygun ventilatör ayarları sağlandı ve hasta bağlantısı yapıldıktan sonra (T1) ilk ölçümler gerçekleştirildi. İlk 6 saat sonunda BIPAP ve PSV kombine ventilasyonu hemen öncesinde (T2) ikinci ölçümler gerçekleştirildi. Olguların mevcut ventilatör ayarları korunarak, BIPAP moduna 10 cmH<sub>2</sub>O PSV düzeyi eklenerek, kombine ventilasyonunun 6 saat sonunda (T3) üçüncü ölçümler gerçekleştirildi ve çalışma sonlandırıldı. Çalışma sonrası endikasyonu devam ettiği sürece yapay solunum sürdürüldü ve mümkünse solunum cihazından ayırma sürecine alındı.

İstatistiksel değerlendirmede SPSS 11.0 programı kullanıldı. Normal dağılıma uygunluk Kolmogorov-Smirnov testi ile doğrulandı. Olgu grubundaki ölçümler arası değerlendirilmede Independent-Sample T testi kullanıldı. Sonuçlar ortalama ± standart dağılım (SD) olarak verildi. P<0.05 düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Olguların demografik özelliklerinde (tablo 1) anlamlı bir farklılık saptanmadı. Hemodina-

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri

	Ortalama ± SD
Yaş (yıl)	52,61 ± 19,41
Cinsiyet (E/K) *	23 / 27
Vücut Yüzey Alanı (kg m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> )	25,21 ± 4,16
Yoğun Bakım Ünitesinde Yatış Süresi (gün)	12,30 ± 9,40
Hastanede Yatış Süresi (gün)	24,05 ± 20,12
Akut Solunum Yetmezliği (Pulmoner / Ekstrapulmoner)*	21 / 29

\*: sayısal dağılım

mik değerlerin gruplararası karşılaştırmasında (tablo 2) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ( $p>0.05$ ). Havayolu basınçlarında (tablo 2), T3 ölçümünün  $P_{insp}$ ,  $P_{plato}$ ,  $P_{min}$  ve  $PEEP_i$  değerleri diğer iki ölçüm zamanına göre anlamlı olarak düşükken,  $P_{mean}$  anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). Dakika ven-

tilasyonuna ait bulgularda (tablo 3),  $MV_{top}$  (L dk<sup>-1</sup>) değerlerinde anlamlı bir fark gözlenmezken, T3 ölçümünün  $MV_{spo}$  (L dk<sup>-1</sup>) ve  $MV_{spo/top}$  (%) değerleri T1 ve T2 ölçümlerine göre yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0.05$ ). Solunum frekanslarında (tablo 3)  $f_{top}$  (sayı dk<sup>-1</sup>) ve  $f_{spo}$  (sayı dk<sup>-1</sup>) değerle-

**Tablo 2.** Olguların hemodinamik bulguları ve havayolu basınçları (ortalama  $\pm$  SD)

	T1	T2	T3
OAB (mmHg)	83,34 $\pm$ 19,32	83,02 $\pm$ 13,42	85,42 $\pm$ 15,11
KAH (atım dk <sup>-1</sup> )	96,40 $\pm$ 25,21	95,92 $\pm$ 22,07	94,10 $\pm$ 19,53
$P_{insp}$ (cmH <sub>2</sub> O)	18,76 $\pm$ 5,01	18,18 $\pm$ 4,29	17,68 $\pm$ 4,05*#
$P_{peak}$ (cmH <sub>2</sub> O)	21,38 $\pm$ 5,39	20,90 $\pm$ 4,77	20,54 $\pm$ 4,13
$P_{plato}$ (cmH <sub>2</sub> O)	18,06 $\pm$ 4,85	17,62 $\pm$ 4,12	17,10 $\pm$ 3,69*#
$P_{mean}$ (cmH <sub>2</sub> O)	9,84 $\pm$ 1,77	9,82 $\pm$ 1,67	10,20 $\pm$ 1,39*#
$P_{min}$ (cmH <sub>2</sub> O)	3,80 $\pm$ 0,88	3,70 $\pm$ 0,81	3,52 $\pm$ 0,71*
$PEEP_i$ (cmH <sub>2</sub> O)	6,07 $\pm$ 1,88	6,07 $\pm$ 1,63	5,52 $\pm$ 1,85*#

\*: T1'e göre değişim ( $p<0.05$ ), #: T2'ye göre değişim ( $p<0.05$ )

OAB: Ortalama arter basıncı, KAH: Kalp atım hızı,  $P_{insp}$ : Inspiratuar basınç,  $P_{peak}$ : pik basınç,  $P_{plato}$ : plato basınç,  $P_{mean}$ : ortalama basınç,  $P_{min}$ : minimum basınç,  $PEEP_i$ : İntrinek PEEP

**Tablo 3.** Olguların dakika ventilasyonu, solunum frekansları, inspiyum ve ekspiyum soluk hacimleri, havayolu rezistansı ve kompliyans değerleri (ortalama  $\pm$  SD).

	T1	T2	T3
$MV_{top}$ (L dk <sup>-1</sup> )	8,16 $\pm$ 2,39	8,30 $\pm$ 2,45	8,60 $\pm$ 2,03
$MV_{spo}$ (L dk <sup>-1</sup> )	1,53 $\pm$ 2,02	1,69 $\pm$ 1,97	3,49 $\pm$ 1,93*#
$MV_{spo/top}$ (%)	17,34 $\pm$ 18,98	18,41 $\pm$ 16,52	45,87 $\pm$ 44,38*#
$f_{top}$ (sayı dk <sup>-1</sup> )	16,30 $\pm$ 5,02	15,72 $\pm$ 4,33	16,86 $\pm$ 3,54#
$f_{spo}$ (sayı dk <sup>-1</sup> )	4,44 $\pm$ 5,32	4,20 $\pm$ 4,77	5,72 $\pm$ 3,87#
$f_{mek}$ (sayı dk <sup>-1</sup> )	11,84 $\pm$ 1,58	11,54 $\pm$ 1,50	11,20 $\pm$ 1,50*#
$VT_{insp}$ (mL)	585,58 $\pm$ 126,21	601,62 $\pm$ 96,49	595,48 $\pm$ 92,54
$VT_{eksp}$ (mL)	523,36 $\pm$ 150,13	556,18 $\pm$ 125,67	541,90 $\pm$ 116,54
Rezistans (cmH <sub>2</sub> OL <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	16,20 $\pm$ 5,74	16,28 $\pm$ 5,58	16,12 $\pm$ 7,10
Kompliyans (mLcmH <sub>2</sub> O <sup>-1</sup> )	55,59 $\pm$ 21,41	59,79 $\pm$ 27,03	61,67 $\pm$ 43,36

\*: T1'e göre değişim ( $p<0.05$ ), #: T2'ye göre değişim ( $p<0.05$ )

$MV_{top}$ : toplam dakika hacmi,  $MV_{spo}$ : spontan solunum dakika hacmi,  $f_{top}$ : toplam solunum frekansı,  $f_{spo}$ : spontan solunum frekansı,  $f_{mek}$ : mekanik ventilasyon frekansı,  $VT_{insp}$ : inspiyum soluk hacmi,  $VT_{eksp}$ : ekspiyum soluk hacmi

**Tablo 4.** Olguların arteriyel kan gazı analizi değerleri, FiO<sub>2</sub> düzeyleri ve Horovitz indeksine ait bulgular (ortalama  $\pm$  SD)

	T1	T2	T3
PH	7,40 $\pm$ 0,07	7,42 $\pm$ 0,05*	7,43 $\pm$ 0,05*
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	39,16 $\pm$ 5,23	38,62 $\pm$ 5,08	38,07 $\pm$ 5,00
SaO <sub>2</sub> (%)	97,20 $\pm$ 1,81	97,24 $\pm$ 1,78	97,60 $\pm$ 1,92
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	93,18 $\pm$ 13,81	90,32 $\pm$ 13,65	92,29 $\pm$ 14,45
FiO <sub>2</sub> (%)	44,56 $\pm$ 10,29	41,50 $\pm$ 10,17*	38,12 $\pm$ 9,96*#
Horovitz ind. (mmHg)	224,83 $\pm$ 69,74	235,27 $\pm$ 75,47	259,97 $\pm$ 79,51*#

\*: T1'e göre değişim ( $p<0.05$ ), #: T2'ye göre değişim ( $p<0.05$ )

pH: potansiyel hidrojen, PaCO<sub>2</sub>: parsiyel karbondioksit basıncı, SaO<sub>2</sub>: oksijen saturasyonu, PaO<sub>2</sub>: parsiyel oksijen basıncı, FiO<sub>2</sub>: ortamın oksijen konsantrasyonu, Horovitz indeksi = (PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub>) mmHg,

ri T3 ölçümünde T2'ye göre anlamlı olarak yüksekken ( $p<0.05$ ), T1 ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık gözlenmedi ( $p>0.05$ ).  $f_{mek}$  (sayı  $dk^{-1}$ ) değerleri ise T3'de diğer iki ölçüme göre anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.05$ ). İnspiriyum ve ekspiriyum soluk hacimlerinde (tablo 3) istatistiksel analizler her üç ölçümde de  $VT_{insp}$  (mL) ve  $VT_{eksp}$  (mL) değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığını gösterdi ( $p>0.05$ ). Havayolu rezistans ve kompliyansı (tablo 3) ölçümler arası karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık izlenmedi ( $p>0.05$ ). Olguların arteriyel kan gazı analizinde (tablo 4), pH değerlerinde T2 ve T3'de T1'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olurken ( $p<0.05$ );  $PaCO_2$ ,  $SaO_2$  ve  $PaO_2$  değerlerinde her üç ölçümde de istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmedi ( $p>0.05$ ). Buna rağmen  $FiO_2$  düzeylerinde T2'de T1'e göre, T3'de de T1 ve T2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma oldu ( $p<0.05$ ). Horovitz indeksi göz önüne alındığında T3'de diğer iki ölçüme göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $p<0.05$ ).

## TARTIŞMA

Bu çalışmada hemodinamik açıdan T1, T2 ve T3 ölçümlerinde anlamlı bir farklılık bulunmaması, her iki modun akut solunum yetmezliğinde hemodinamik açıdan güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Temel hemodinamik verilerde ölçümler arası farklılık bulunmaması çalışmamızın en önemli avantajlarından. Pozitif basınçlı ventilasyonda akciğerlerin inflasyonuna bağlı olarak KAH iki farklı şekilde etkilenir. Normal inspiratuar tidal hacimlerde azalan vagal etkiye bağlı olarak KAH artar ya da yüksek tidal hacimlerde azalan sempatik aktiviteye bağlı olarak KAH azalır. Kazmaier ve arkadaşları (7), koroner bypass yapılan hastalarda postoperatif kısa süreli ventilasyonda BIPAP ve SIMV + PSV modlarını karşılaştırmışlar ve hemodinamik açıdan fark bulmamışlar, bunu da yukarıdaki fenomenle açıklamışlardır. Çalışmamızda inspiriyum ve ekspiriyum tidal hacimlerinde ölçümler arası farklılık olmaması KAH'nı değiştiren etkenlerin azalmasını sağlamıştır.

Basınç güvenliği açısından ele alındığında T3 ölçümlerinde  $P_{insp}$ ,  $P_{plato}$ ,  $P_{min}$  ve PEEP'de azalma,  $P_{mean}$ 'de artma tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).  $P_{insp} = \text{Direnç} \times \text{Esneklik}$  olan formül incelenecek olursa, 10  $cmH_2O$  PSV, mevcut olan 5  $cmH_2O$  PEEP basıncına eklenerek, akciğer hacminde bir artışa ve formüldeki esnekliğin azalmasına neden olmuş ve sonucunda  $P_{insp}$  de doğru orantılı olarak azalmıştır. Bu durum aşırı basınç yükselmelerini tamponize ederek akciğerleri barotravma etkisinden korumaktadır. Staudinger ve arkadaşları (10) da eşit tidal hacimlerde PSV ile  $P_{insp}$  değerini düşük bulmuşlar ve bunu da PSV'nin akım paterninin diğer akım paternlerinden olan farkına bağlamışlardır. BIPAP moduna PSV eklenmesinin de bu etkiyle  $P_{insp}$  değerlerinde azalma sağladığı düşünülebilir.

Havayolu basınçlarından  $P_{mean}$  düzeyi klinik bir öneme sahiptir. Spesifik bir tidal hacim için çoğunlukla  $P_{mean}$  değerinden yararlanır ve artışı FRK yükselmesiyle ilişkilidir. FRK ise yeterli oksijenizasyon için önemli bir hacimdir (11). Çalışmamızda, bileşik ventilasyon ile  $P_{mean}$  değerinin artmış olması, alveollerin düzelmesinin, ventilasyonun artmasının ve akciğerde daha iyi bir gaz dağılımı olduğunun göstergesidir. Spontan soluyan kişilerde havayolu direnci arttığında hem inspiratuar hem de ekspiratuar akımlar engellenir. PEEP<sub>i</sub> istem dışı olarak ekspiriyum sonunda oluşur ve akciğerlerde büyük miktarda hacim hapsedilmesiyle barotravmaya ve kalbe olan venöz dönüşün azalmasıyla ciddi hemodinamik bozulmaya yol açabilmektedir. Eğer PEEP<sub>i</sub> mevcutsa, hastaların solunum tetiklemesi daha zor olmaktadır (12,13). Çalışmamızda gözlenen PEEP<sub>i</sub> değerindeki düşüş, alveoler rüptür ve özellikle KOAH'lı olgularda dinamik hiperinflasyon riskinin azalmasını sağladığından bu olgularda da güvenle kullanılacağı kanısındayız. Verilerimize göre tidal hacim, akciğer kompliyansı ve direncinde değişiklik olmamasını da PEEP<sub>i</sub> artış riskini azaltan faktörler arasında olduğunu düşünmekteyiz.

Solunum frekansında, T3 ölçümündeki  $f_{mek}$  değerinin anlamlı olarak düşük çıkması ( $p<0.05$ ) PSV modunun spontan solunumu

uyardığını düşündürmektedir. PSV, hastanın inspiriyumuna destek sağlamaktadır. Çok yüksek ve çok düşük PSV düzeyleri hastanın solunumuna yeterli yardımı sağlayamaz. Haberthur ve arkadaşları (14), solunum işini azaltmak için gereken basınç düzeyini 8-14 cmH<sub>2</sub>O olarak belirlerken; Brochard ve arkadaşları (15), gereken basınç düzeyini 3,4-14,4 cm H<sub>2</sub>O olarak belirtmişlerdir. Genel bir kural olarak yüksek PSV basınçlarında hastanın kendi solunumu ile ventilatör arasında bir desenkronizasyon meydana gelebilmekte ve solunum iş yükü yüksek basınçlarda azaltılabilmemiş gibi gözükse de bu düzeylerde barotravma yada hasta ventilatör uyumsuzluğu olabilmektedir (16). Benzer şekilde T<sub>3</sub> ölçümündeki f<sub>spo</sub> ve f<sub>top</sub> değerlerinin artmış olmasının uygulanan 10 cm H<sub>2</sub>O PSV'nin olumlu etkilerinden dolayı olduğunu ve BIPAP ile karşılaştırıldığında PSV'nin spontan solunumu daha fazla desteklediğini düşünmekteyiz. Staudinger ve arkadaşları (10) da yaptıkları çalışma sonucunda, PSV ile karşılaştırıldığında BIPAP modunda spontan solunum frekansının daha düşük olduğunu göstermişlerdir.

Dakika ventilasyonuna bakıldığında spontan solunumdaki stimülasyonun dakika hacmine yansıdığı görülmektedir.  $MV = f \times VT$  formülüne göre çalışmamızda, inspiratuar ve expiratuar tidal hacimlerde herhangi bir değişiklik olmaması ve PSV eklendiğinde f<sub>spo</sub>'nın artmasının dakika hacmine de doğru orantılı olarak yansıdığını düşündürmektedir. Çalışmamızın aksine Giannouli ve arkadaşları (17), PSV düzeyi arttıkça tidal hacmin de arttığını bulmuşlar ve farklı PSV düzeylerinde tidal hacim değişikliklerinin hasta-ventilatör etkileşimiyle ilgili olduğunu savunmuşlardır. Çalışmamızla benzer sonuçlar bulan Fabry ve arkadaşları (16) ise, 15 cm H<sub>2</sub>O PSV'nin VT'yi yükseltirken, 5-10 cm H<sub>2</sub>O PSV düzeyinin tidal hacimlerde artma yapmadığını göstermişler ve bunun nedeni olarak da solunum sisteminin pasif mekanik özelliklerini öne sürmüşlerdir. Bu sonuçlar ile çalışmamızda uyguladığımız 10 cm H<sub>2</sub>O PSV basıncının volutravma riskini azaltan güvenli bir aralıkta bulunduğunu söyleyebiliriz.

AKG değerlerinde, pH düzeyinde T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olurken (p<0.05), PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> düzeylerinde her üç ölçümde de anlamlı bir değişiklik olmamıştır (p>0.05). Tüm bu değerler yapay solunum uygulaması sırasında arzu edilen fizyolojik aralıkta kalmıştır. Bu da her iki yapay solunum yönteminin klinik yarar ve güvenliğini ön plana çıkaran bir durumdur. Buna rağmen FiO<sub>2</sub> düzeylerinde T<sub>3</sub> ölçümünde diğer iki ölçüme, T<sub>2</sub> ölçümünde de T<sub>1</sub>'e göre anlamlı bir azalma olmuştur (p<0.05). Yani PaO<sub>2</sub> düzeylerinde herhangi anlamlı bir değişiklik olmadan hastaların inspire ettiği O<sub>2</sub> düzeyi azalmıştır. T<sub>3</sub> ölçümünde yani 10 cmH<sub>2</sub>O PSV eklendiğinde Horovitz indeksinde diğer iki ölçüme göre anlamlı bir artış olmuştur (p<0.05).

Yapay solunum uygulanan hastalara epiglot fonksiyonlarını taklit etmek amacıyla 5 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulanması, akciğerin solunum siklusları arasında kollabe olmasını önleyerek gaz değişimi için gereken yüzeyleri açık tutmayı sağlamaktadır. Hastalara ayrıca eklenen 10 cm H<sub>2</sub>O PSV düzeyi de akciğer içindeki basıncı artırarak gelen hava akımını akciğer alanları arasında daha homojen dağıtılmasını sağlamaktadır. Bunun sonucu olarak T<sub>3</sub> ölçümlerinde FiO<sub>2</sub>'nin tüm zamanlar arasında anlamlı olarak azalma göstermesi, uygulanan PSV'nin süresinin uzamasıyla hastaya verilen FiO<sub>2</sub> düzeyinin azalması arasında uygunluk olduğunu düşündürmektedir. Zamanlar arası PaO<sub>2</sub> değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamasına karşın, akciğerin yeterli ventilasyonunun bir göstergesi olan Horovitz oranı incelendiğinde, T<sub>3</sub>'deki değerlerin anlamlı bir artış sağlaması, 10 cm H<sub>2</sub>O'luk düşük bir PSV uygulanmasının klinik faydaları olduğunu düşündürmektedir. Buna paralel olarak uzun süre yüksek FiO<sub>2</sub> kullanılması ile karşılaşılabilecek O<sub>2</sub> toksisitesine karşı bileşik ventilasyonun koruyucu bir strateji olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Benzer şekilde Oczenski ve arkadaşları (18), çalışmalarında tidal hacim, dakika hacmi ve gaz değişimi (pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub>) arasında anlamlı bir fark bulmamışlardır. Cereda ve ar-

kadaşları (19) ise, PSV moduna geçildikten sonra dakika hacminde bir artış olduğunu, PaCO<sub>2</sub>'de anlamlı değişiklik olmazken, pH'nın hafif alkaliye kaydığını bulmuşlardır. Bu sonucu da ek bir ventilatör sürücünün varlığına bağlamışlardır.

Kompliyans basınç karşısında olabilecek hacim değişikliğinin önemli bir ölçüsüdür. Yapay solunum sırasında ölçülen kompliyans statik kompliyanstır. Kompliyansın azaldığı durumlarda aynı hacmi verebilmek için uygulanan basıncın artırılması gerekmektedir (20). Buna göre çalışmamızda kompliyansın değişmemesini P<sub>plator</sub>, P<sub>insp</sub>'in azalmasına ve tidal hacmin değişmemesine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Havayolu rezistansı ise gaz akımına karşı gösterilen dirençtir. Rezistansın artması ve kompliyansın da 25 ml cmH<sub>2</sub>O-1'nun altında olması solunum iş yükünü de artıracaktır. Bu amaçla genellikle PSV kullanılarak ek iş yükü kompanse edilmeye çalışılmaktadır. Fabry ve arkadaşları (16) solunum iş yükü kompanzasyonu için 5 cmH<sub>2</sub>O PSV düzeyinin yetersiz, 10 cmH<sub>2</sub>O PSV'nin ise yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Rezistans ve

kompliyansa değişiklik olmamasını, akciğer koruyucu bir strateji ile uygun düzeyde basınç ve hacim ile ventilasyon yapmamıza, PSV ve BIPAP modlarındaki deseleran ve kare dalga akım paternlerine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Calzia ve arkadaşları (21) her iki modu P<sub>0.1</sub>, VO<sub>2</sub> ve VCO<sub>2</sub> ölçerek karşılaştırmışlar ve BIPAP'da solunum iş yükünün arttığını ve bunun nedeninin de PSV'den farklı olarak BIPAP'da endotrakeal tüp direncini yenmek için belirli bir efor gerekmesine bağlamışlardır. Oksijen tüketimi açısından iki mod arasında fark bulamamışlar ve bunu da alt ve üst düzey basınçlarının arasındaki farka bağlı olduğunu ve BIPAP'ın üst basınç düzeylerinde oksijen tüketiminin arttığını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, akut solunum yetmezliği tedavisinde BIPAP + PSV hibrid ventilasyonunun oksijenizasyon üzerine olumlu etkileri olduğu saptandı. Bununla birlikte, farklı modların kombinasyonunun ve uzun süreli ventilasyondaki etkilerinin daha iyi anlaşılması için ileri çalışmaların faydalı olacağı kanaatindeyiz.

#### KAYNAKLAR

1. Bongard FS, Sue DY. Current Critical Care Diagnosis and Treatment. Sue DY, Lewis DA (eds): Respiratory failure. Second edition. The McGraw-Hill Companies USA 2002.268-71.
2. Pilbeam SP. Mekanik Ventilasyon: Fizyolojik ve Klinik Uygulamalar. Çelik M, Yalman A(edi) 3. Baskı. Logos Tıp Yayıncılık İstanbul 1998.175-87.
3. Vincent JL, Akca S, de Mendonca A, Haji-Michael P, Sprung C, Moreno R, et al. The epidemiology of acute respiratory failure in critically ill patients. Chest 2002; 121:1602-9.
4. Irwin RS, Rippe JM. Intensive Care Medicine. Hubmayer RD, Irwin RS (eds): Mechanic Ventilation Part I: Invasive. Fifth Edition. Lippincott Williams Wilkins, Philadelphia 2003: 630-47.
5. Tobin MJ. Advances in mechanical ventilation. New Engl J Med 2001; 344:1986-96.
6. Putensen C, Wrigge H. Clinical review biphasic intermittent positive airway pressure and airway pressure release ventilation. Critical Care 2004; 8:492-7.

7. Kazmaier S, Rathgeber J, Buhre W, Buscher H, Busch T, Mensching K, et al. Comparison of ventilatory and haemodynamic effects of BIPAP and SIMV / PSV for postoperative short-term ventilation in patients after coronary arter by-pass grafting. Eur J Anaesth 2000; 17: 601-10.
8. Putensen C, Hering R, Wrigge H. Controlled versus assisted mechanical ventilation. Curr Opin Crit Care 2002; 8:51-7.
9. Schulte-Tamburen AM, Scheier J, Briegel J, Schwender D, Peter K. Comparison of five sedation scoring systems by means of auditory evoked potentials. Intensive Care Med 1999; 25:377-82.
10. Staudinger T, Kordova H, Roggla M, Tesinsky P, Locker GJ, Laczika K, et al. Comparison of oxygen cost of breathing with pressure-support ventilation and biphasic intermittent positive airway pressure ventilation. Crit Care Med 1998; 26(9):1518-22.
11. Chang DW. Clinical Application of Mechanical Ventilation. Chang DW, Hiers JH (eds): Operating models of mechanical ventilation. 2nd edition, Delmark, Albany 2001. 99.

12. Pilbeam SP. Mekanik Ventilasyon: Fizyolojik ve Klinik Uygulamalar. Çelik M, Yalman A(edi) 3. Baskı. Logos Tıp Yayıncılık İstanbul 1998:s.149-51.
13. Brochard L. Intrinsic (or auto) PEEP during controlled mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2002; 28:1376-8.
14. Haberthur C, Mols S, Elsasser S. Extubation after breathing trials with ATC, T-tube or PSV. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46:973-9.
15. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for additional work of breathing caused by endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991; 75:739-45.
16. Fabry B, Haberthur C, Zappe D, Guttman J, Kuhlén R, Stocker R. Breathing pattern and additional work of breathing in spontaneously breathing patients with different ventilatory demands during inspiratory pressure support and automatic tube compensation. *Intensive Care Med* 1997; 23:545-52.
17. Giannouli E, Webster K, Roberts D, Younes M. Response of ventilator-dependent patients to different levels of pressure support and proportional assist. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:1716-25.
18. Oczenski W, Kepka A, Krenn H, Fitzgerald RD, Schwarz S, Hormann C. Automatic tube compensation in patients after cardiac surgery: Effect on oxygen consumption and breathing pattern. *Crit Care Med* 2002; 30(7):1467-71.
19. Cereda M, Foti G, Marcora B, Gili M, Giacomini M, Sparacino ME, et al. Pressure support ventilation in patients with acute lung injury. *Crit Care Med* 2000; 28(5):1269-75.
20. Pilbeam SP. Mekanik Ventilasyon: Fizyolojik ve Klinik Uygulamalar. Çelik M, Yalman A(edi) 3. Baskı. Logos Tıp Yayıncılık İstanbul 1998.257-9.
21. Calzia E, Linder KH, Witt S, Schirmer U, Lange H, Stenz R, et al. Pressure time product and work of breathing during biphasic continuous positive airway pressure and assisted spontaneous breathing. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150(4):904-10.