

RESPIRATÖR TEDAVİSİ

Naci Emiroğulları*, Hasan Yılmaztürk**, Hakan Ceyran**

Özet: Yeterli gaz alış verişi için intravasküler volüm restorasyonu ve ameliyat esnasında kaybedilen fonksiyonel residüel kapasitenin (FRC) yeniden düzenlenmesi temel prensiplerdir. Ameliyat esnasında küçük hava yolları ve alveollerin ilerleyici tıkanmaları sonucu oluşan FRC azalması difüz mikroatelektazi ile sonuçlanır. Bu nedenle yoğun bakıma gelen hastada esas hedef FRC ' nin yeniden restorasyonudur. Bu da efektif olarak ancak, tidal volümün (VT) ve pozitif ekspirasyon sonu basıncın (PEEP= positive end expiratory pressure) ustalıkla idare edilmesiyle en az 6 saatlik ventilatör desteği ile sağlanır.

Anahtar kelimeler: Ventilatör, tidal volüm, pozitif ekspirasyon sonu basıncı

Ameliyat esnasında küçük hava yolları ve alveollerin ilerleyici tıkanmaları nedeniyle FRC azalır ve bu da yaygın atelektazi ile sonuçlanır. FRC azalması intrapulmoner şantların (Q_s / Q_t) artmasına ve ventilasyon/perfüzyon (V/Q) dengesinin bozulmasına yol açar. Bu durumda alveoler arteriel oksijen gradienti (AaDO) artar ve neticede hipoksi meydana gelir. Eğer ekstübasyon sırasında da FRC hale düşükse

Management of ventilation

Summary: The restoration of intravascular volume and the restoration of the functional residual capacity (FRC) are basic principles for adequate gas exchange. During surgery, decreasing FRC because of regressing obstruction in the small airways and alveoli results diffuse microatelectasis. For this reason once the patient comes to the intensive care unit, the primary goal is restoration of FRC again. This can be effectively achieved only by ventilating the patient for at least 6 hours, with manepulations of tidal volume and positive end expiratory pressure (PEEP).

Key words: Ventilator, tidal volume, positive end expiratory pressure.

pozitif basınçla desteğin kesilmesi alveoler kollapsı kolaylaştırır, böylece bariz atelektazi ve hipoksi ortaya çıkar. Bir kez alveoler kollaps meydana gelirse, sürfaktan kaybolur ve normal tidal volümlerle bile tekrar ekspansiyon sağlanamaz.

Mekanik Ventilatörler

Üç tip ventilatör vardır (3,4,6,7):

* Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

** Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi

1. Zaman sikluslu ventilatör (time cycled): Ayarlanan zaman sonunda inspirasyon sonlandırılır.

2. Volüm sikluslu ventilatör (volume cycled): Ayarlanan volüm verildikten sonra inspirasyon sonlandırılır.

3. Basınç sikluslu ventilatör (pressure cycled): Ayarlanan basınca ulaşıncaya kadar inspirasyon sonlandırılır.

Pulmoner komplians ve havayolu rezistansı değişikliklerinin basınç sikluslu (bird tipi cihazları) ventilatörlere göre karşılaştırılmasında, sabit bir tidal volüm ve dakika ventilasyonu (minute ventilation = V) sağladıkları için yoğun bakım ünitelerinde genellikle volüm sikluslu ventilatörler tercih edilir (4).

Ventilatör Desteği ve Kriterler:

Aşağıdaki durumlarda hasta ventilatöre bağlanmalıdır (3):

1. Solunum hızı > 35 ,
2. Maksimum inspiratuar güç $< -25-35$ cmH_2O ,
3. Vital kapasite < 15 ml/kg ,
4. $\text{PaO}_2 < 65-70$ torr (nazal oksijenle),
5. $\text{PaCO}_2 > 50$ torr,
6. $\text{AaDO}_2 > 350$ torr ($\text{FiO}_2 = 1.0$) ise (Tablo

1).

Ventilatör Modları:

Ventilatör desteğindeki hastada, ekspirasyondan inspirasyona değişen ventilatör mekanizmaları önemli bir faktördür. Inspirasyonu aktive eden 4 metod vardır (3,4,6,7):

1. Yardımlı mekanik ventilasyon (assisted mechanical ventilation = AMV),

2. Kontrollü mekanik ventilasyon (controlled mechanical ventilation = CMV),

3. Yardımlı kontrollü mekanik ventilasyon (assist-control ventilation = Assisted CMV),

4. Aralıklı zorunlu ventilasyon (intermittent mandatory ventilation = IMV) ve senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (synchronized intermittent mandatory ventilation = SIMV). Yardımlı ventilasyonda V_T veya akım hızı (inspiratory flow rate) ayarlanır frekansı hasta belirler. Yardımlı mekanizma, hastanın inspirasyonu ile aktive edilir. kontrollü ventilasyonda V ve respiratör hızı ayarlanır. Hasta makineyi tetikleyemez ve ventilatör hastanın inspirasyon çabasından bağımsız olarak ayarlanan frekansta otomatik olarak çalışır. Assisted CMV de eğer hasta tetikleme seviyesini aşan bir spontan solunum yaparsa makine daha önceden ayarlanmış V 'in verir. V ve hız, CMV 'deki gibi ayarlanır ve şayet hasta spontan

TABLO 1: OLASI VEYA OLUŞMUŞ AKUT RESPIRATUAR YETMEZLİKLİ HASTALARDA MEKANİK VENTILASYON KRİTERLERİ

	Normal Değer	Ventilatör Endikasyon
Solunum hızı	12-20	> 35
Maksimum inspiratuar güç (cmH_2O)	75-100	$< 25-35$
Vital kapasite (ml/kg)	65-75	< 15
PaO_2 (torr, nasal O_2)	76-100	$< 65-70$
PaCO_2 (torr)	35-45	> 50
AaDO_2 (torr, $\text{FiO}_2 = 1.0$)	10-60	> 350

solunum yapmazsa makine aynı CMV 'deki gibi çalışır. Aralıklı zorunlu ventilasyon, spontan solunumlu mekanik ventilasyonu kombine eder. Eğer hasta çok spontan solunum yaratabilirse artık SIMV modu kullanılabilirki bu mod hastaya spontan solunum için hastaya daha iyi fırsat verir. SIMV,hasta kendi kendine nefes aldığı anda ve makineden yavaş yavaş ayrılmaya hazır olduğunda kullanılır. makineden ayırma,zorunlu nefes frekansını derece derece düşürüp hastaya spontan solunum için imkan vermekle olur. Zorunlu nefesin,hastanın nefes ile meydana gelmesi için yaratılan spontan solunum akışının tetikleme seviyesini aşması gerekir. Eğer hasta buna muktedir değilse ventilatör otomatik olarak önceden ayarlanmış V 'i verir (3,4,6,7).

Hasta yağun bakıma gelince hemen fizik muayene yapıp değerlendirilmelidir. Uygun ventilasyon için sedasyon papılmalıdır. Renk ve kapiller perfüzyona bakılarak oksijenasyonun uygunluğu araştırılır. Entubasyon tüpünün uygun yerleştirildiğinden solunum seslerinin dinlenmesi ve göğüs hareketlerinin izlenmesiyle emin olmalıdır. Yine bronkospazm pnömotoraks ve hemotoraks varlığı araştırılmalı,göğüs tüpleri

ve ventilatör ayarları kontrol edilmelidir (Tablo II).

Inspire edilen oksijen fraksiyonu (FIO_2) 0.7 ve üzerinde olmalıdır. Genellikle büyük V ve yavaş ventilatör hızları (f) en iyi kombinasyonudur. $VT > 15$ ml / kg olması atelektazileri düzeltmekte yararlıdır. Yavaş solunum hızları (8 / dk) inspirasyon / ekspirasyon oranı (I:E ratio) azaltır. Uzamış ekspirasyon zamanı venöz dönüşü ve kalp debisini arttırır,obstruktif akciğer hastalıklarında ekspirasyonun tamamlanmasını sağlar. Düşük solunum hızları inspirasyon akımını azaltırken yeterli I:E oranına yardım eder. Yavaş inspirasyon akımı daha laminar olup turbülansı azdır; böylece hava yolu rezistansı (airway resistance) düşer, hava yolu travması azalır, alınan havanın daha iyi dağılması sağlanır. Ve, CO_2 üretimini düzeltmeli ve <120 ml/kg/dk olmalıdır. Büyük V_T ile tek başına önlenemeyen şant ve atelektazileri düzeltmek için PE-EP uygulanmalıdır. Başlangıçta 5 cmH_2O seviyesi genellikle yeterli olmaktadır (Tablo III) (4,6). Şiddetli kardiyovasküler instabilite, akut bronkospazm, anizem varlığında ve

TABLO II: PULMONER FONKSİYONLARIN DEĞERLENDİRİLMES

1. Yeterli ventilasyonun kontrülü
 - a. Göğüs hareketleri
 - b. Renk,dolaşım
 - c. Solunum sesleri
2. Komplikasyonların kontrolü
 - a Endotrakeal tüp
 - Çok yukarıda (kaf kaçağı=cuff leak)
 - Çok aşağıda (endobronkial entübasyon)
 - Obstruksiyon
 - b. Bronkospazma
 - c. Pnömotoraks

- d. Plevral effüzyon / hemotoraks
 3. Göğüs tüplerinin kontrolü
 - a. Hava kaçağı
 - b. Kanama
 4. Ventilatör ayarlarının kontrolü (Tablo III ve V)
 5. Göğüs filmi çekilmesi
-

Tablo III: Ventilatör ayarında birinci parametreler

FIO ₂	0.7
V _T	15 ml/kg
f	8 /dakika
V _E	120 ml/kg/dakika
PEEP	5 cmH ₂ O

Tablo IV PEEP Kontraendikasyonları

1. Şiddetli kardiyovasküler instabilite
 2. Akut bronkospazm
 3. Amfizem
 4. Pnomotoraks kuşkusu
 5. Endobronkial entübasyon şüphesi
-

Tablo V: Ventilatör Ayarlarında İkinci Parametreler

I:E oranı	≤ : 2
Peak inspratuvar flow	30 L/dakika (500 ml/dakika)
PIP	<35 cmH ₂ O
PIP-Pelat	≤ 35 cmH ₂ O
C.	≥ 60 ml/h ₂ O

pnömotoraks ile endobronkial entübasyon şüphesinde PEEP uygulanmamalıdır (Tablo IV).

I:E oranı < 1:2 olmalıdır. Eğer 1:1'den büyükse venöz dönüşü engeller. Inspirasyon akım hızı (inspiratory flow rate) düşük tutulmalıdır; laminar akım sağlanması için 30 L / dk (300 ml/ sn) ideal değerdir. Peak inspirasyon basıncı (PIP) < 35 cmH₂O olmalıdır. Plato basıncı (plateau pressure = P), inspirasyonun tutulması ile sağlanır. PIP ve P farkına hava yolu rezistansı (airway

(Tablo V) (4,6).

Ventilatör tedavisiyle yeterli arteriel oksijenasyon (PaO₂ regülasyonu) ve alveoler ventilasyon (PaCO₂ regülasyonu) sağlanmalıdır (1). Genel olarak %100 oksijen ile Pa O₂ < torr veya AaDO₂ > 350 torr ise oksijenasyon iyi değil demektir. Yetersiz oksijenlenmenin nedenleri (1):

1. Yetersiz O₂ dağıtımı ve ventilasyon (mekanik problemler)

Tablo VI: PaO₂'nin Respiratör Tedavisi

FIO ₂ = 1.0		
< 100 torr	100-200 torr	< 300 torr
V _T artırır	V _T maksimum 18 ml/kg a kadar artırır	FIO ₂ azalt
PEEP	PEEP	PEEP
Aspirasyon	Inflation hold	
Inflation hold		
FIO ₂ = 0.5		
< 100 torr	100-200 torr	> 200 torr
Yukarıdaki gibi	V _T ≥ 15 ml/kg	FIO ₂ 0.4'kadar
ve FIO ₂ artırır		azalt
	PEEP	PEEP

resistance =R) denir; normalde 3 cmH₂O 'dan küçük olmalıdır. Bronkospazm, pnömotoraks ve endobronkial entübasyonda R artar. Statik komplians (static compliance =C,) normalde 80-100 ml / H₂O 'dur. C 'nın 60 ml / H₂O'dan az olması atelektazi,hemotoraks ve ödemin neden olduğu pulmoner disfonksiyonu gösterir

- Ventilatör bozulması
- Ventilatörün uygun ayarlanmaması (bak tablo III ve V)
- Entübasyon tübü kaf kaçağı
- Entübasyon tüpünün hatalı yerleştirilmesi (larinks,bronkus veya ösefagus)

2. Intraplevral veya pulmoner nedenler
 - a. Pnömotoraks

2. Oksijen-hemoglobin dissosiyasyon eğrisi sola kaydırıp oksijenin hemoglobinden ayrılmasını güçleştirerek dokuların oksijenlenmesini azaltır. Bu nedenle derin alkalozdan kaçınılmalıdır. Tedavisinde VE ve

Tablo VII: PaCO₂'nin Respiratör Tedavisi

< 35 torr	35-40 torr	< 40 torr
V _E azalt	Değiştirme	V _E artır
Frekans azalt		V _T arttır
Ölü mesafe ekle		frekans arttır

- b. Hemotoraks veya plevral effüzyon
 - c. Atelektazi
 - d. Pulmoner ödem
 - e. Şiddetli bronkospazm
 - f. İntrasek pulmoner hastalıklar
3. Kardiyak sebepler

Yetersiz oksijenlenmenin bulguları ise ajitasyon, dalgınlık ve mental durum değişiklikleri, hipertansiyon yahut hipotansiyon, taşikardi veya bradikardi ve aritmilerden ibarettir. Tedavide hasta yeniden değerlendirilir, respiratör ayarlar gözden geçirilir, nedenler araştırılır ve uygun tedavisine geçilir, VT ve FIO₂ arttırılır, PEEP konur (Tablo VI) (1).

Alveoler ventilasyon ise V_T ve respiratör hızı ile kontrol edilir, PCO₂ monitörize edilmelidir (1).

Hipokarbi: Hafif hipokarbi (PCO₂ 35-40 torr) kabul edilebilir bir değerdir. Hipokarbi sonucu respiratuar alkaloz gelişir. Derin alkaloz:

1. Hipokalemiye yol açarak ventriküler aritmilere neden olabilir,

respiratör hızı azaltılır, gerekiyorsa ölü mesafe eklenir (Tablo VII). Ancak alveoler hipoventilasyon ve atelektaziden kaçınmak için VT, 10 ml / kg altına indirilmemelidir. V_T, sadece PIP > 40 cmH₂O ise azaltılmalıdır (1).

Hiperkarbi: Aynen hipoksi gibi mutala edilmelidir. Özellikle endobronkial tüpün pozisyonuna dikkat edilmeli, ventilatör fonksiyonuna bakılmalı ve pnömotoraks ihtimali akılda tutulmalıdır. Taşikardi, hipertansiyon ve aritmiler görülebilen bulgulardır. Tedavide V ve respiratör hızı yükseltilerek V_E arttırılır (Tablo VII) (1).

Respiratörden Ayırma:

Mental atiklik varsa, hemodinamik bulgular stabilse, aktif kanama yoksa ve yeterli oksijenasyon (%50 FIO₂ ve 5 cm PEEP'te PaO₂ > 70 torr) varsa ayırma işlemine başlanmıştır (1,4). Önce sedasyona son verilir. FIO₂ 0.35-40 seviyesine düşülür. IMV hızı yavaş yavaş azaltılabilir. En son PEEP düşülür (5 cmH₂O) ve 1 saat devamlı pozitif hava yolu basıncından (continuous positif ve airway pressure = CPAP) sonra hasta ekstübe edilir (IMV hızı 0 ve PEEP varsa

Tablo VIII: Respiratörden Ayırma

1. FIO_2 'yi azalt

a. FIO_2 'yi 1.0 dan 0.35'e düşür.

2. IMV hızını azalt

a. IMV hızını aralıklarla dakikada 2 azalt (8-6-4)

b. $pH > 7.35$ olduğu sürece IMV hızını düşür

c. Eğer IMV azaltılırken PaO_2 düşerse

Tolere edilirse V_T 'yi 20 ml/kg ye kadar arttır PEEP'i arttır

d. IMV hızı 4/dakika olduğunda yatağın başını kaldır

e. Santral sinir sistemini değerlendirip CPAP moduna geç

3. PEEP'ten ayırma

a. Eğer PEEP oksijenasyonu düzeltiyorsa; PEEP değil FIO_2 azaltılmalıdır.

b. IMV'den CPAP'e geçişte optimal PEEP sağlanmalıdır.

c. CPAP'ta PEEP'i azalt (5 cmH₂O)

d. CPAP modunda 1 saatten sonra hastayı ekstübasyon için değerlendir.

buna CPAP denir). Bu işlemler Tablo VIII'de özetlenmiştir (1,4). Respiratördeki her değişiklikten sonra mutlaka kan gazı kontrolü yapılmalıdır. Respiratörde yapılan bir değişiklikten veya ekstübasyondan sonra eğer:

1. Sistolik basınç 20 mmHg den fazla artarsa,
2. Kalp hızı dakikada 20 den fazla artarsa veya 110/dk nin üzerine çıkarsa,
3. Solunum hızı dakikada 10'dan fazla artarsa veya 30 /dk nin üzerine çıkarsa,
4. Aritmi gelişirse veya sıklaşırsa,
5. PaO_2 60 torrın altına inerse,
6. PCO_2 50 torru aşarsa ve
7. pH 7.30 un altına inerse ayırma işlemi

durdurularak bir üst basamaktan respiratör tedavisine devam edilir,yok hasta ekstübe edilmişse yeniden entübe edilerek respiratöre bağlanır (1,2,3,4,5).

Ekstübasyon Kriterleri: Aşağıdaki durumlar gerçekleşmişse hasta ekstübe edilir:

1. Kabul edilir respiratuar değerler
 - a. Vital kapasite $> 10-15$ ml / kg,
 - b. Inspiratuar güç > -25 cm H₂ O,
 - c. Spontan solunum hızı < 30 /dk.
2. Kabul edilir kan gazı değerleri (CPAP < 5 cm H₂ O iken)
 - a. $FIO_2 < 0.5$ iken $PaO_2 > 60$ torr ise,
 - b. %100 O₂ ile $AaDO_2 < 350$ torr ise

Respiratör Tedavisi: EMİROĞULLARI N. ve ark.

c. $PCO_2 < 45$ torr ise,

d. pH 7.35-7.45 ise.

Respiratör Tedavisinin Komplikasyonları
(1,3,4,7):

1. Pulmoner barotravma
 - a. Pnömotoraks
 - b. Pulmoner interstisyel amfizem
 - c. Pnömooperitoneum
 - d. Pnömomediastinum
 - e. Subkutan amfizem
2. Kardiyovasküler komplikasyonlar: Venöz dönüş ve kalp debisi azalır
3. Çeşitli komplikasyonlar:
 - a. Bronkospazm
 - b. Pulmoner enfeksiyonlar
 - c. Trakeit
 - d. Trakeaösefajial fistül
 - e. Subglottik stenoz.

Kaynaklar

1. Bojlar RM: *Manuam of Perioperative Care in Cardiac and Thoracic Surgery*. Blackwell Scientific Publication, Boston 1989, pp 39-51.
2. Boswer MA, Hodgkin JE, Burton GG: *Techniques of ventilator weaning*. In Burton GG, Gee GN, Hodgkin JE (eds): **Respiratory Care**. JB Lippincott Company, Philadelphia 1977, pp 664-671.
3. Body AD, Bernhard WN, Sparaco RJ: *Mechanical ventilation*. In Sabiston DC,

Spencer FC (eds): **Surgery of the Chest**. WB Saunders Company, Philadelphia 1990, pp 270-285.

4. Hertzberg LB, Glass DD: *Management of ventilation*. In Kaplan JA (eds): **Cardiac Anesthesia**. WB Saunders Company, Philadelphia 1987, pp 1041-1058.

5. Hodgkin JE, Linda L: *Ventilatory Assistance*. **Am J Surg** 138: 374-378, 1979.

6. Hotchiss RS, Wilson RS: *Mechanical ventilatory support*. **SCNA** 63: 417-437.

7. Kirby RR, Desautels D, Modell JH, Smith RA: *Mechanical ventilation*. In Burton GG, Gee GN, Hodgkin JE (eds): **Respiratory Care**. JB Lippincott Company, Philadelphia 1977, pp 583-604.