



Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS)'nda “Recruitment” Manevraları ve Optimum PEEP Ayarı

Gül GÜRSEL*

* Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, ANKARA

Akut solunum sıkıntısı sendromlu (ARDS) hastalarda akciğerleri koruyucu mekanik ventilasyon stratejilerinin (AKMVS) yararı her geçen gün daha iyi anlaşıl-makta ve kabul görmektedir. Bu hastalarda düşük ti-dal volüm yaşam süresini düzeltmekle beraber atelek-tazilere eğilimi arttırmaktadır. Bu sonuç, hastalarda yüksek “Positive End-Expiratory Pressure (PEEP)” düzeyleri ve atelektazileri açma manevraları [“recru-itment” manevrası (RM)] ile yapılan açık akciğer ventilasyonu kavramını gündeme getirmiştir. RM, ate-lektatik akciğer alanlarını açmak için hava yolu ba-sıncını bir süreliğine devamlı olarak yükseltmektedir. Bu PEEP, “Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)”, basınç kontrollü mekanik ventilasyon, “sigh”, spontan solunum, pron pozisyon, yüksek fre-

kanslı ventilasyon gibi yöntemlerle yapılabilmektedir. Şimdiye kadar yapılan birçok çalışmada RM'nin oks-i-jenizasyonu düzelttiği gösterilmekle beraber, halen bu uygulamanın yaşam süresi üzerine etkisi bilinmemek-tedir. Buna ek olarak RM'den sonra uygulanacak en ideal PEEP düzeyinin kaç olması ve hangi parametre-lere göre ayarlanması gerektiği konusunda da görüş birliği yoktur.

Recruitment Maneuvers and Best Level of PEEP in ARDS

Key Words: ARDS, Recruitment maneuvers PEEP, Open lung ventilation.

Anahtar Kelimeler: ARDS, “Recruitment” manevra-sı, PEEP, Açık akciğer ventilasyonu.

Akut solunum sıkıntısı sendromlu (ARDS) hastalarda, pnömoniye bağlı ARDS'de olduğu gibi hava yolu ile gelen ajanların direkt olarak neden olduğu veya sepsiste olduğu gibi kan yo-lu ile akciğerlere ulaşan etkenlerin indirekt olarak neden olduğu permeabilite ödemi var-dır. Bu hastalarda akciğerlerdeki olay sadece permeabilite ödemiyle sınırlı olmayıp, atelek-

taziler de buna eşlik etmektedir ve derin hi-poksemiden büyük oranda atelektaziler sorum-ludur. Sırtüstü yatan bir hastada çekilen akci-ğer tomografisinde, en üstteki yani ventral böl-gelerin oldukça iyi havalandığı yani normal ol-duğu, orta bölgelerin instabil bölgeler yani ödem ve küçük hava yolu kollapsı olan ve me-kanik ventilasyonla (MV) havalandırılma olası-

Yazışma Adresi: Doç. Dr. Gül GÜRSEL

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları
Anabilim Dalı, ANKARA

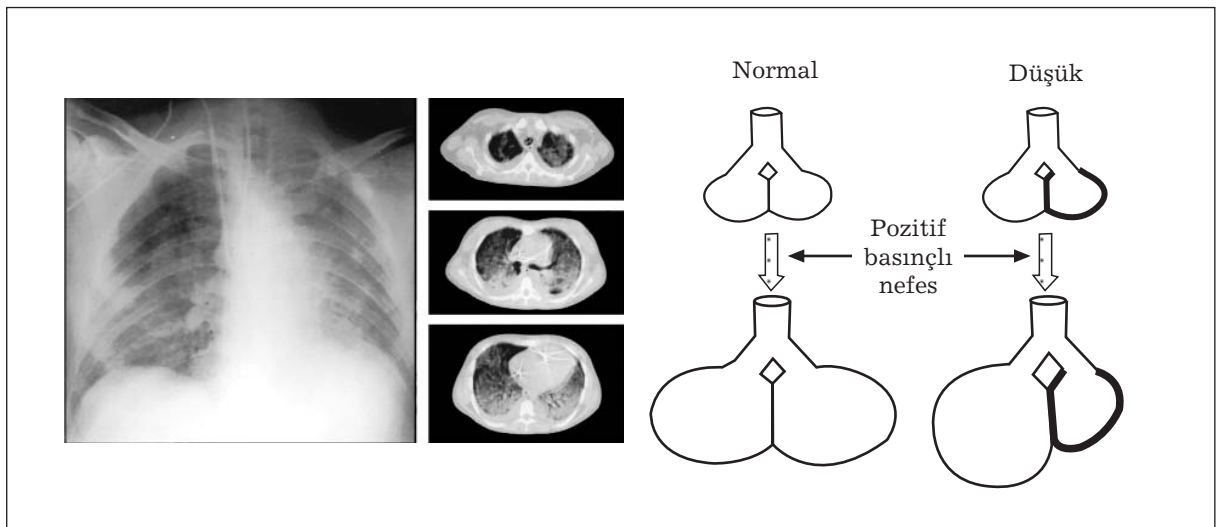
Makalenin Geliş Tarihi: 20.07.2002

Makalenin Kabul Tarihi: 14.11.2002

lığı olan bölgeler olduğu görülmüştür. En alttaki dorsal bölgelerin veya “dependent” bölgelerin ise atelektatik ve ödemli olduğu ve MV ile dahi zor havalandırıldığı gösterilmiştir (Şekil 1)^[1]. Yapılan çalışmalar, bu hastalarda altta yatan zedelenmeye ilaveten MV tedavisi sırasında iki tip akciğer zedelenmesi olduğunu göstermektedir. Bunlardan birincisi, MV ile verilen akciğer volümünün daha çok sağlıklı bölgelere gitmeyi tercih etmesi ve buralarda aşırı havalanma ve gerilme ile volüm veya barotravma yapmasıdır^[2]. Bu bölgelerde doku inflamasyonu, ödem, hiyalen membranlar oluşur ve buradan dolaşıma inflamatuvar sitokinler salgılanır; bu olaya biyotravma da denilmektedir. İkincisi ise dorsal yani “dependent” bölgelerdeki atelektatik alanların her solukta tekrar tekrar açılıp kapanması ile sağlıklı ve atelektatik düşük kompliyanslı akciğer alanları arasında meydana gelen zedelenme veya atelektotravmadır (Şekil 1)^[3]. İşte ARDS’li hastalarda bu sekonder zedelenmeyi önlemek için MV tedavisinin iki hedefi vardır. Bunlardan biri, atelektatik alanların inspiriyum ve ekspiriyumdaki tekrar tekrar açılıp kapanmalarını önleyecek ve bu sırada sağlıklı alveollerde aşırı gerilmelere neden olmayacak “Positive End-Expiratory Pressure (PEEP)” düzeyleri ayarlamaktır. İkincisi ise sağlıklı akciğer bölgelerinde aşırı gerilmeye bağlı zedelenmeyi önlemek için tidal volüm-PEEP kombinasyonunun plato basıncı 35 cmH₂O’yu geçmeyecek şekilde iyi ayarlanması-

dır ki bu da genellikle 6-8 mL/kg tidal volüm düzeyleri ile olmaktadır. Bu MV stratejilerine günümüzde, akciğerleri koruyucu MV stratejileri (AKMVS) denilmektedir. Bu stratejide düşük tidal volüm kadar yeterli veya yüksek düzeyde uygulanan PEEP de son derece önemlidir. Çünkü yüksek düzeyde PEEP uygulanmaksızın sadece düşük tidal volüm verildiği zaman, oksijenizasyon ve mortalite düzelmemektedir^[4-7]. Bu şekilde MV akciğerleri korumakla beraber, düşük tidal volümler, yüksek PEEP uygulamalarına rağmen atelektazilere eğilimi arttırmaktadır. Bu nedenle günümüzde ARDS’de MV tartışmaları; akciğerlerdeki atelektazilerin “recruitment” manevraları (RM) ile açılmasının yararlı olup olmayacağı, ne şekilde yapılması gerektiği ve en uygun PEEP tidal volüm kombinasyonunun nasıl olması gerektiği üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Alveollerdeki aşırı gerilmelerin (overdistansiyon) veya atelektazilerin belirlenmesi: Yapılan çalışmalar bu iki olayı fizyolojik olarak en iyi ortaya koyabilen ölçümlerden birinin statik volüm-basınç (VB) eğrileri (VP curves) olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi ARDS’li hastalarda VB eğrilerinde “lower” ve “upper inflection point” olarak, alt ve üst kırılma noktaları bulunmaktadır. Yakın zamana kadar alt kırılma noktasının alveollerdeki açılmanın maksimumuna yakın olduğu noktayı gösterdiği, üst kırılma noktasının ise “recruitment”in bittiği ve alveollerin aşırı gerilmeye başladığı nok-

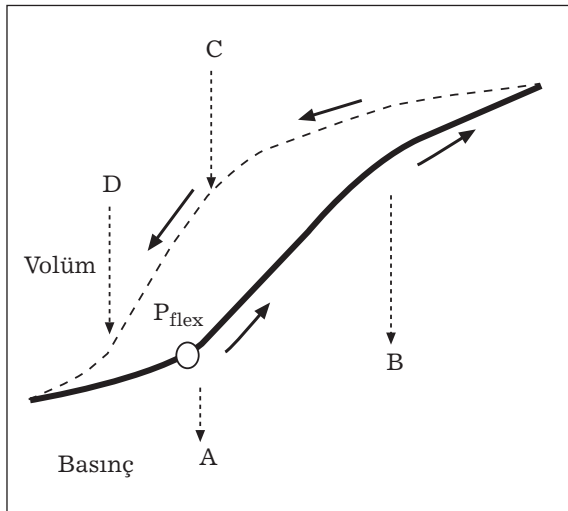


Şekil 1. ARDS’li akciğerlerde lezyonların ventralden dorsale dağılımı, sağlıklı ve atelektatik akciğer sınırında ortaya çıkan barotravma ve atelektotravma mekanizmaları.

ta olduğu kabul edilmekteydi. Buna göre, en uygun PEEP düzeyinin alt kırılma noktasının 2 cmH₂O üzerinde olacak şekilde ayarlanması gerektiği, üst kırılma noktasının da tidal volüm ayarında yararlı olduğu düşünülmekteydi. Ancak son yapılan çalışmalar, alt kırılma noktasında açılmaların maksimum olmadığını aksine bu noktada başladığını ve hatta üst kırılma noktasından sonra da devam ettiğini göstermektedir^[8,9]. Yine yapılan çalışmalar, eğerin sadece inspiriyum kolunun değil ekspiriyum kolunun da yararlı bilgiler verdiğini ve bu bölümde saptanabilecek bazı noktaların inspiriyumda açılan akciğer bölgelerini gösterebileceğini düşündürmektedir ve PEEP'in bu düzeyin üzerinde ayarlanmasının daha uygun olabileceği öne sürülmektedir (Şekil 2)^[10,11].

Daha önce de belirtildiği gibi sırtüstü supin pozisyonda yatan ARDS'li bir hastada akciğerlerde üç ayrı bölge söz konusudur.

En üstte normal alanlar, onun altında interstisyel ödem ve küçük hava yollarında kapanmaların olduğu alanlar ve en altta, dorsal



Şekil 2. Volüm basınç eğrisindeki önemli noktalar ve bunların işaret ettiği fizyolojik olaylar.

A: "Recruitment"ın başladığı nokta (özellikle küçük hava yollarında) açılma basıncı.

B: "Recruitment"ın azaldığı nokta.

C: Stabil olmayan alveollerin tekrar kollabe olmaya başlaması.

D: Küçük hava yolları da dahil olmak üzere birçok ünitenin kollabe olduğu nokta (kapanma basıncı) (10 nolu kaynaktan alınmıştır).

bölgelerde atelektazi alanları vardır. Ventralden dorsale gittikçe atelektazilerde artmanın nedeni; alttaki akciğer alanlarının, üzerlerindeki ödemli akciğer alanlarının ağırlığı altında kalmalarıdır. Bu basınca süperimpoze basınç denilmektedir ve sağlıklı kişilerde "dependent" bölgelerdeki süperimpoze basınç yaklaşık 4 cmH₂O civarında iken, ARDS'li hastalarda 10 cmH₂O civarındadır.

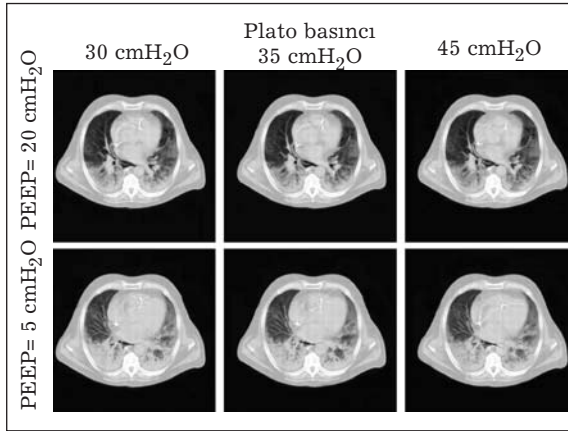
ATELEKTATİK AKCIĞER ALANLARININ AÇILMA (RECRUITMENT) YÖNTEMLERİ

RM, atelektatik akciğer ünitelerini açmak için uzun süreli ve yüksek basınç düzeyleri uygulanmasıdır. Bunun dışında pron pozisyon ve yüksek frekanslı ventilasyonun "recruitment" özelliğinden yararlanılabilir. Atelektatik akciğer alanlarını açmak için genellikle altı farklı yöntemle başvurulmaktadır. Bunlar;

1. PEEP,
2. Yüksek basınç düzeylerinin uzun süre uygulanması (sustained inflation),
3. "Sigh",
4. Yüksek frekanslı ventilasyon (YFV),
5. Pron pozisyon,
6. Spontan solunum.

1. PEEP

PEEP, ekspiriyum sonu pozitif basınç uygulanması olup ekspiriyumda akciğerlerin kollabe olmasını, atelektaziye gitmesini engeller. Bu nedenle çok yüksek düzeylerde uygulanmadığı sürece RM'den çok "derecruitment"ten koruyan bir mekanizma olarak kabul edilmektedir. Ancak "recruitment"le kazanılan volümün kaybedilmemesi için yeterli düzeyde PEEP uygulamak esas olduğundan, PEEP RM'nin ayrılmaz bir parçasıdır. Yine PEEP'in, hava yolları ve alveollerdeki ödem sıvısını interstisyel ve perivasküler alana yönlendirdiği de düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili yapılan son çalışmalar inspiriyumda "recruitment"le ne kadar atelektatik akciğer ünitesinin açılacağını PEEP'le birlikte uygulanan tidal volüm (volüm kontrollü MV yapılıyorsa) veya basınç (basınç kontrollü MV yapılıyorsa) düzeyine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu konu ile ilgili son çalışmalardan birinde Crotti ve arkadaşlarının gösterdiği gibi tidal volüm veya basınç arttıkça, açılan akciğer ünitesi sayısı da artmaktadır.

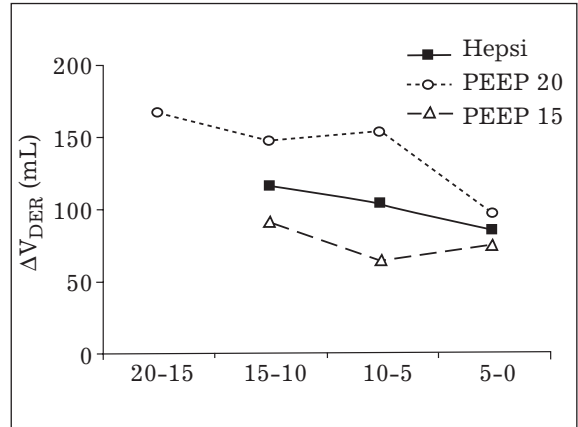


Şekil 3. PC + PEEP ile yapılan RM sırasında alınan tomografi kesitleri. Plato basıncı 30, 35, 45 cmH₂O düzeylerindeyken ve bu sırada 5 ve 20 cmH₂O PEEP uygulanırken PCV sırasında alınan bilgisayarlı tomografi kesitleri. Plato basıncı 45 cmH₂O ve PEEP 20 cmH₂O iken kazanılan ve ekspiryumda da devam ettirilen volüm 5 cmH₂O ile olandan daha yüksek (9 nolu kaynaktan alınmıştır). PC: Pressure control.

Ancak bunların ne kadarının ekspiryum sonunda açık kalmaya devam edeceği, tamamen PEEP düzeyine bağlıdır. Şekil 3'teki tomografi kesitlerinde açıkça görüldüğü gibi en yüksek basınç kontrol (plato= 45 cmH₂O) ve PEEP (20 cmH₂O) düzeyinde ekspiryumda açık olan akciğer ünitesi miktarı en fazladır^[9]. Bunu gerçekleştirebilmek için PEEP'in süperimpoze basınçtan yüksek olması gerekmektedir. Yine yapılan bu çalışmalarda ortaya çıkan bir diğer önemli sonuç, PEEP düzeyi azaldıkça ekspiryumda atelettaziye giden akciğer ünitesi miktarının arttığı ve volüm kaybı olduğudur. Tüm bu çalışmaların neredeyse ortak sonucu, uygulanan PEEP düzeyi 10 cmH₂O'nun altına düşünce volüm kaybının çok daha belirgin olduğudur^[9,11] (Şekil 4).

Yüksek PEEP düzeylerinin bir diğer yararı, inspiryumda akciğerlere giren volümün tüm akciğer bölgelerine daha homojen bir şekilde dağılmasına olanak tanınması ve "dependent" bölgelerdeki akciğerlerin daha iyi açılmasını sağlamasıdır. Buna, indirekt PEEP etkisi denilmektedir.

PEEP'i RM amacıyla kullanırken değişik yöntemler uygulanmaktadır. Örneğin; bazı araştırmacılar epizodik olarak PEEP'i "peak"

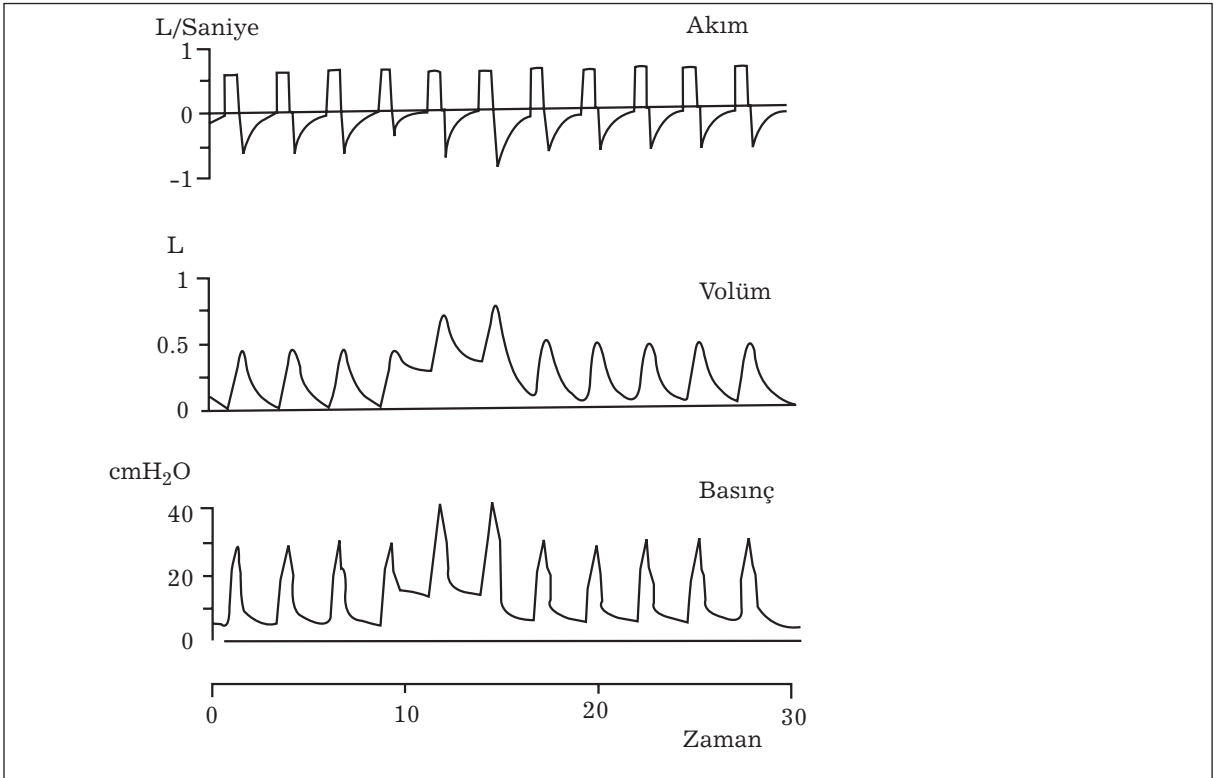


Şekil 4. PEEP düzeyleri 20 ve 15 cmH₂O'dan 0 cmH₂O'ya düşürülürken kaybedilen volüm miktarı. Şekilde de görüldüğü gibi PEEP 10 cmH₂O'nun altına indiği zaman atelettaziye giden akciğer miktarı yani kaybedilen volüm giderek artmaktadır (11 nolu kaynaktan alınmıştır). ΔV_{DER} (mL): Alveoler "derecrutment"ten volümlerin ortalama değerleri.

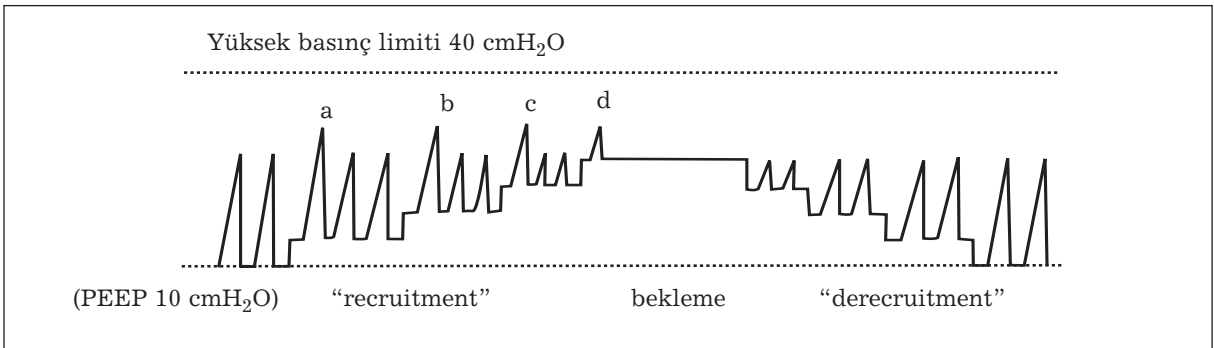
veya plato basıncına bakmadan ve tidal volümü azaltmadan arttırırlarken, diğerleri "peak" hava yolu basıncını tidal volümü azaltarak sabit tutarken PEEP düzeyini arttırmayı yani PEEP'i basamaklı olarak arttırmayı tercih etmektedirler (Şekil 5)^[12]. İlk uygulamada dahi farklı ayarlamalar söz konusudur. Örneğin; bazı araştırmacılar RM sırasında maksimum PEEP düzeyinde tidal ventilasyona izin vermezken diğerleri vermektedirler (Şekil 6,7)^[13,14].

2. Uzun Süre Devamlı Yüksek Basınç Uygulaması (Sustained Inflation)

Bu hastaya uygulanan normal MV tedavisine ilave olarak, zaman zaman yüksek "Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)" düzeyleri ile, PEEP + "pressure control (PC)" veya PEEP + "tidal volüm (VT)" şeklinde yapılabilir (Tablo 1). Bunların hepsinde amaç, "peak" veya plato hava yolu basıncı maksimum 45-50 cmH₂O olacak şekilde CPAP veya PEEP tidal volüm kombinasyonu uygulanmasıdır. CPAP uygulaması sırasında tidal ventilasyona yani zorunlu soluklara izin verilmemektedir. PEEP + PC uygulamasında PEEP 20 veya 30 cmH₂O olarak ayarlandığında, bunun üzerine 20 veya 30 cmH₂O PC uygulanmaktadır (Şekil 8). Bu yöntemlerle iyi "recruitment" sağlandığı bilgisayarlı tomografi bulgularıyla gösterilmekle ve oksijenizasyonun düzelmesine rağmen halen



Şekil 5. PEEP'le yapılan volüm RM sırasında tidal ventilasyona izin veriliyor (12 nolu kaynaktan alınmıştır).

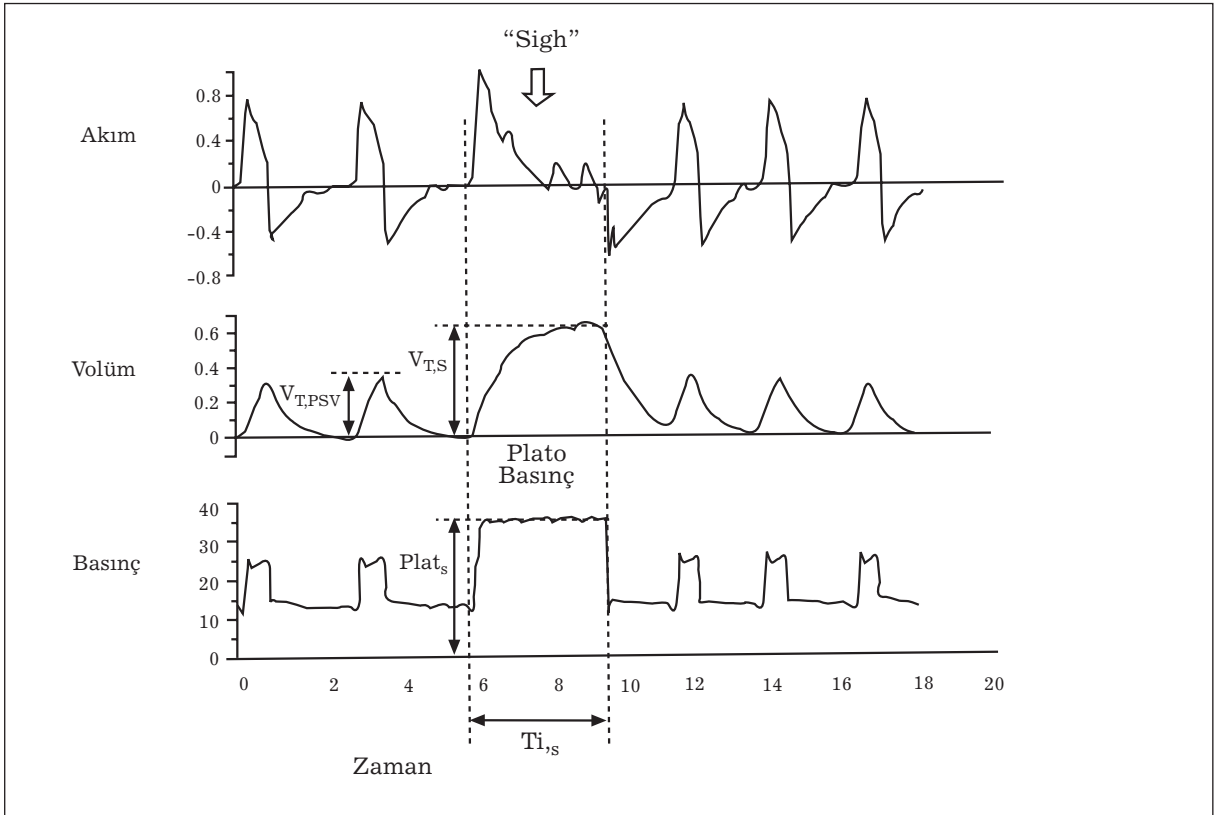


Şekil 6. a, b, c, d noktaları bir önceki aşama ile aynı tidal volümleri göstermekte. Maksimum inspiriyum basıncı sabit tutularak PEEP'le RM yapılması (13 nolu kaynaktan alınmıştır).

akciğerleri bu şekilde tam olarak açmanın ve tamamen açık olarak ventile etmenin yararlı mı olduğu, yoksa normal akciğer bölgelerinde aşırı gerilmeye neden olarak volüm travmaya ve ventilasyona bağlı akciğer hasarına mı neden olduğu bilinmemektedir. Tablo 1'de bu şekilde RM uygulamalarına örnekler verilmektedir^[15].

Yakın zamanda Villagra ve arkadaşları, çoğunluğunu pnömoni yani primer ARDS'li

hastaların oluşturduğu onaltı hastada yaptıkları çalışmada, hastaları bir süre sadece AKMVS ile daha sonra bir süre de AKMVS + RM ile tedavi ettiler^[16]. RM olarak, iki dakika süre ile "peak" hava yolu basıncı 50 cmH₂O olacak şekilde PEEP + PC uyguladılar. PEEP düzeyi üst kırılma noktasından 3 cmH₂O fazla olacak şekilde ayarlandı ve 21-35 cmH₂O arasında değişti. Araştırmacılar, AKMVS + RM uygulamasının sadece AKMVS'ye bir üstünlüğü olmadığını sonucuna ulaştılar. Yine bu çalış-



Şekil 7. CPAP'la "recruitment" sırasında tidal ventilasyon desteklenmiyor (14 nolu kaynaktan alınmıştır).

Tablo 1. "Recruitment" manevraları.

Hemodinamik stabilizasyonun sağlanması

FiO₂: 1.0

CPAP*

On dakika stabilizasyonun sağlanması

Otuz-kırk saniye süre ile 30 cmH₂O CPAP

Cevap yoksa 30-40 saniye süre ile 35 cmH₂O CPAP

Cevap yoksa 30-40 saniye süre ile 40 cmH₂O düzeyinde CPAP

PEEP + PC

PC= 20 cmH₂O, PEEP= 20 cmH₂O, İ:E= 1:1, iki dakika boyunca dakikada on kez

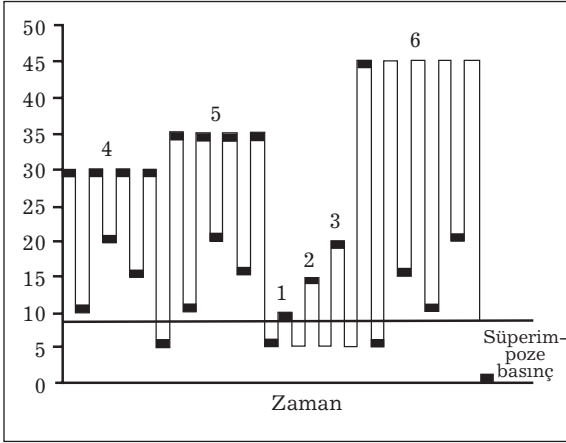
Cevap yoksa PC= 20 cmH₂O, PEEP= 30 cmH₂O, İ:E= 1:1, iki dakika boyunca dakikada on kez

* 15 nolu kaynaktan alınmıştır. CPAP: "Continious positive airway pressure", PEEP: "Positive end-expiratory pressure", PC: "Pressure control", İ: inspirasyon, E: Ekspirasyon.

mada ARDS'nin erken veya geç dönemde olması sonucu etkilemedi.

Bir diğer çalışmada Grasso ve arkadaşları AKMVS uyguladıkları hastalara kırk saniye

süre ile 40 cmH₂O CPAP uyguladılar ve cevap veren ve vermeyen hastalar arasındaki farklılıkları değerlendirdiklerinde, RM'ye oksijenizasyon cevabının sadece erken dönemde alındığını gösterdiler^[17].



Şekil 8. Plato basınçları 30, 35 ve 45 cmH₂O ve PEEP 10, 15, 20 cmH₂O düzeylerinde olacak şekilde basınç kontrol + PEEP kombinasyonu ile yapılan "recruitment" manevralarına örnekler (9 nolu kaynaktan alınmıştır).

3. Belirli Aralıklarla Derin Soluk Uygulaması (Sigh)

Normal koşullarda ventilatörlerde bulunan "sigh" seçeneğinin belirli aralıklarla uygulanması ile anestezi sırasında veya yoğun bakım ünitesinde MV sırasında akciğerlerin atelektaziye gitmesi önlenmeye çalışılır veya atelektazilerin açılması amaçlanır. Son yıllarda bu uygulamanın ARDS'li hastalarda "recruitment" yapma amacıyla kullanılıp kullanılmayacağı üzerinde çalışılmakta ve olumlu sonuçlar bildirilmektedir. Pelosi ve arkadaşları, bu amaçla yaptıkları çalışmada bir saat süre ile dakikada üç kez arka arkaya plato basıncı 45 cmH₂O'ya çıkacak şekilde "sigh" uyguladılar. Hastaların aldığı ortalama tidal volüm 1 L civarında olup, bundan önce ve sonra hastalara AKMVS uygu-

landı. Araştırmacılar bu çalışmada hastaları primer veya sekonder ARDS olup olmadıklarına göre iki gruba ayırdılar. Çalışmanın sonunda primer ARDS'li grupla karşılaştırıldığında sekonder ARDS'li hastalarda "sigh"la kazanılan volümün daha yüksek olduğu, oksijenizasyon ve şanttaki düzelmenin istatistiksel anlamı olarak daha fazla olduğu sonucuna ulaşıldı^[18].

"Sigh" uygulamaları da kullanılan ventilatörlerin özelliklerine göre değişmekle beraber genelde yapılan çalışmalar ARDS'li hastalarda AKMVS'ye "sigh" eklenmesinin oksijenizasyonu düzelttiğini göstermektedir^[13,14].

4. Yüksek Frekanslı Ventilasyon (YFV)

Teorik olarak YFV, çok düşük volümleri çok yüksek frekanslarda (2500/dakika gibi) vermesi ile ARDS'li hastaların MV'si için çok ideal görülmektedir. Böylece konvansiyonel MV'nin aksine YFV sırasında akciğerler yüksek basınç farklılıkları ile tekrar tekrar açılıp kapanmakta, belli yüksek bir basınç düzeyinde, belli bir açıklıkta havalanmaktadır^[19]. Bunun yanında oksijenizasyonun daha iyi, karbondioksit düzeylerinin de daha düşük olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Tüm bu avantajlarına rağmen erişkin hastalarda YFV'nin ARDS'deki yeri bilinmeyip, bu konudaki araştırmalar devam etmektedir.

5. Yüzüstü-Pron Pozisyon

ARDS'li hastalar sırtüstü pozisyonundan yüzüstü pozisyona getirildikleri zaman çok çeşitli mekanizmalarla supin pozisyonda "dependent" olan alanlardaki atelektaziler açılmakta ve havalanma artmaktadır (Tablo 2)^[20]. Yine Çakar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, supin pozisyonla karşılaştırıldığında pron pozis-

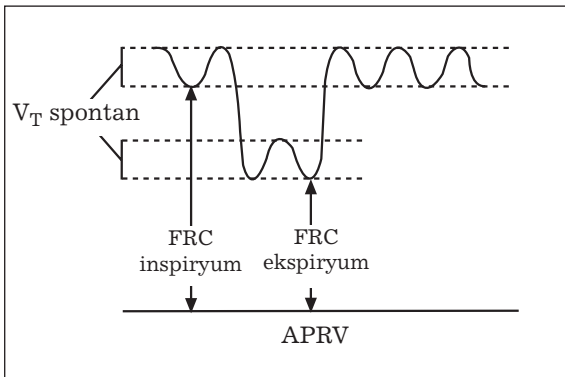
Tablo 2. Pron pozisyonun oksijenizasyonu düzeltme mekanizmaları.

- Plevral basınç gradientinin daha homojen olması
- "Dependent" akciğer oranının daha düşük olması
- Kalp ve büyük damarların gravitasyonel etkisinin daha az olması
- Toraks şeklinde değişme ve kompliansta azalma
- Fonksiyonel rezidüel kapasitede artma
- Sekresyonların mobilizasyonu
- Perfüzyon etkisi
- Pronda daha az "dependent" pozisyon ve sonuç olarak ventilasyon perfüzyon oranında düzeltme

yonda daha düşük PEEP düzeyleri ile benzer oksijenizasyonun elde edildiği, RM gereğinin azaldığı gösterilmiştir^[21]. Ancak bu konuda yapılan son çalışmalardan birinde, pron pozisyonun bu yararlarına rağmen yaşam süresini uzatmadığı ancak çok ağır hastalarda daha uzun süreler uygulandığında survi avantajı olabileceği bildirilmektedir^[22].

6. Spontan Solunum

Sırtüstü pozisyonda spontan soluyan bir hastada diyaframın maksimum olarak hareket ettiği bölge, “dependent” akciğer bölgeleridir. Anestezi ve paralizisi sırasında diyafram sefalik yönde yer değiştirir ve bu yine en belirgin olarak “dependent” bölgelerde ortaya çıkar. Buradan pasif MV sırasında “dependent” bölgelerde atelektazilerin arttığı sonucu çıkarılabilir ki yapılan tomografi çalışmaları ile bu gösterilmiştir. Bu da spontan solunuma izin veren modların aktif diyafram kasılmasına izin vererek “dependent” akciğer bölgelerinde atelektazileri önleyebileceği veya açabileceğini düşündürmektedir. Nispeten yeni bir MV modu olan “Airway Pressure Release Ventilation (APRV)” CPAP ventilasyon sırasında periyodik olarak hava yolu basıncının daha düşük düzeylere inmesini sağlar (Şekil 9). Gerek düşük gerekse yüksek basınç düzeylerinde hastanın spontan soluma imkanı vardır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar gaz değişimi ve atelektazilerde düzelleme bildirmektedir^[23-26]. Spontan solunum yoksa APRV aynen “inverse ratio” basınç kontrollü mod olarak çalışır. Ancak düşük ve yüksek basınç ayarının nasıl yapılması gerektiği; basıncın ne sıklıkla düşük düzeylere inmesi



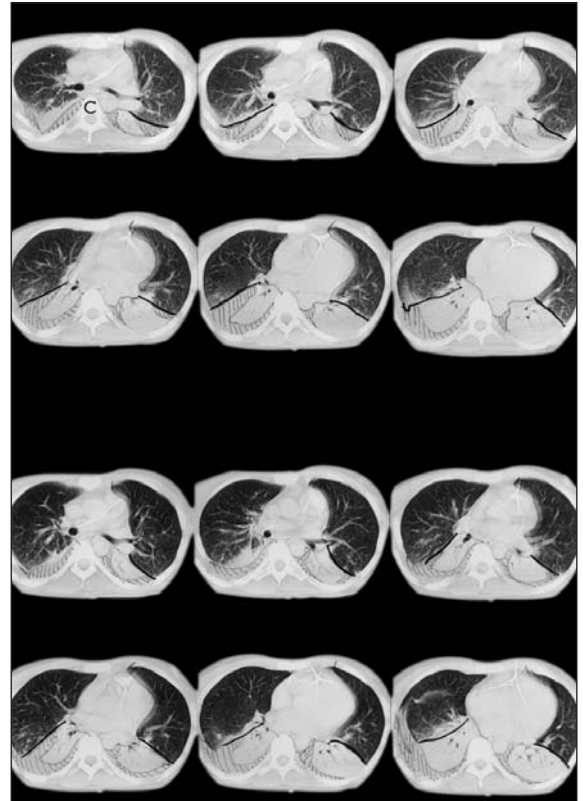
Şekil 9. ARDS'li hastalarda mekanik ventilasyon sırasında spontan solunuma olanak tanıyan APRV modu (26 nolu kaynaktan alınmıştır).

gerektiği; her CPAP düzeyinde kalınması gereken en uygun süre henüz bilinmemektedir. Bu modda hasta spontan soluyabileceği için sedasyon gereği ve hipotansiyon riski de azalacaktır.

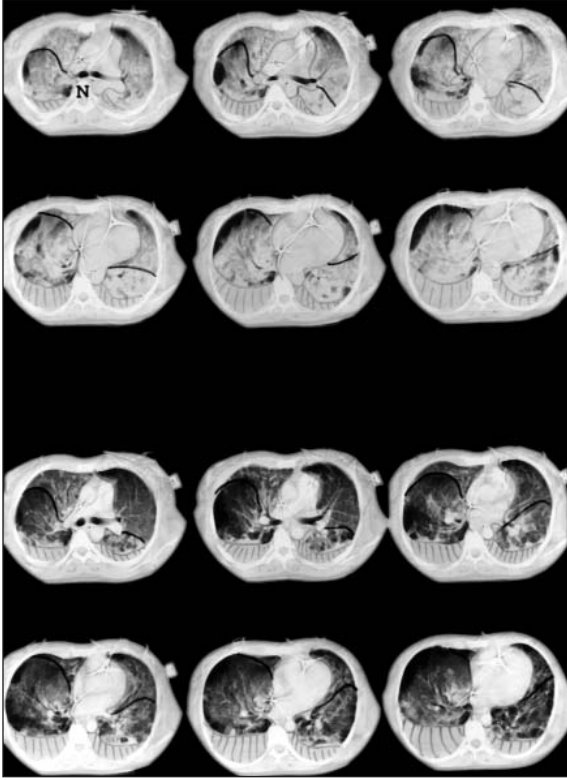
OPTİMUM PEEP AYARI NASIL YAPILABİLİR?

Günümüzde optimal PEEP düzeyinin ne olması veya hangi parametrelere göre ayarlanması gerektiği konusunda görüş birliği olmamakla beraber çeşitli öneriler vardır^[27]. PEEP ayarı yapılmadan önce bazı noktalara dikkat edilmesi, bazı kriterlerin göz önüne alınması gerekir. Bunlar;

1. Akciğer morfolojisi,
2. VB eğrileri,
3. Kompliyans,
4. Oksijenizasyon,
5. PaCO₂ düzeyinde artış.



Şekil 10. Lezyonların homojen olarak dağıldığı ve normal akciğer parankim alanlarının bulunduğu primer ARDS'ye örnek tomografi kesitleri. İlk iki sıra PEEP'siz, alttaki iki sıra PEEP ile (28 nolu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 11. Lezyonların tüm akciğere homojen olarak dağıldığı sekonder ARDS'ye örnek tomografi kesitleri. İlk iki kesit PEEP'siz, alttaki iki kesit PEEP ile (28 nolu kaynaktan alınmıştır).

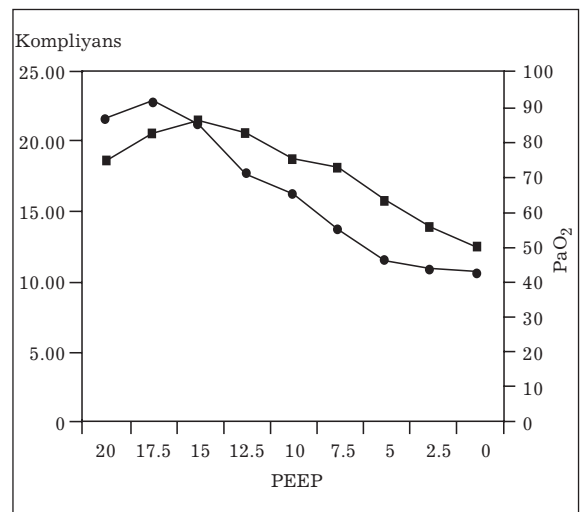
1. Akciğer morfolojisi: PEEP ayarı yapılırken herşeyden önce akciğerlerin morfolojisine bakmak gerekir; lezyonlar pnömonide olduğu gibi homojen olmayan dağılım gösteriyorsa, PEEP'i 10-12 cmH₂O'yu geçmeyecek şekilde ayarlamak ve çok yüksek düzeylere çıkmamak gerektiği, tersine sekonder ARDS'de olduğu gibi lezyonlar tüm akciğerleri difüz olarak etkiliyorsa PEEP düzeylerinin 20-25 cmH₂O gibi daha yüksek düzeylere ayarlanabileceği bildirilmektedir (Şekil 10,11)^[28]. Lezyonların homojen olarak dağıldığı akciğerde hemen hiç normal bölge olmadığı için sağlıklı bölgelerde aşırı gerilme riski yokken, lezyonların heterojen olarak dağıldığı hastalarda sağlıklı akciğer alanları yüksek PEEP düzeyleri ile aşırı gerilecektir.

2. VB eğrilerindeki kırılma noktaları: PEEP ayarı yapılırken dikkate alınacak bir diğer kriter, VB eğrileri üzerindeki kırılma noktalarıdır. Yakın zamana kadar PEEP'in alt kırılma noktasının hemen üzerinde olacak şekilde ayarlanma-

sı önerilirdi, ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar, bu noktanın sadece alveollerin açılmaya başladığı nokta olduğunu ve bu düzeyde PEEP'in yeterli olamayacağını düşündürmektedir. Aksine VB eğrilerinin inen kolundaki kapanma basıncına denk gelen nokta saptanabilir ve PEEP bunun hemen üzerinde ayarlanabilirse bunun en uygun düzey olabileceği öne sürülmektedir (Şekil 2). Ancak hasta başında sürekli VB eğrisi çizdirmek her zaman çok pratik ve mümkün değildir. İlave olarak, sekonder ARDS'li hastalarda VB eğrisinde alt ve üst kırılma noktalarını görmek mümkünken, primer ARDS'li hastalarda bu noktalar saptanamayabilir.

3. Kompliyans: İdeal PEEP düzeyi araştırılırken önerilen bir diğer yöntem, PEEP düzeyi yavaş yavaş artırılırken kompliyansın ölçülmesi ve kompliyansın ve oksijenizasyonun en iyi olduğu noktanın seçilmesidir (Şekil 12). Ancak yapılan çalışmalar bunun oldukça zor ve karmaşık bir işlem olduğunu ve yanıtıcı olabileceğini göstermiştir^[29].

4. Oksijenizasyon: Halen en çok başvurulan yöntem budur. Burada en iyi PEEP düzeyi, en düşük FiO₂ ile en yüksek PaO₂ ve SaO₂ değerlerinin elde edildiği PEEP düzeyidir ve PEEP buna göre titre edilir. Bu sırada genellikle PEEP yüksek düzeylere ayarlanıp sonra yavaş yavaş azaltılır. Bir noktadan sonra FiO₂ sabit kalmasına rağmen PaO₂ hızla düşmeye başlar. Bu noktada PEEP'in tekrar birkaç cmH₂O artırıl-



Şekil 12. PEEP düzeyi ayarlanırken kompliyans ve PaO₂ değerleri göz önüne alınarak titre edilmesi (29 nolu kaynaktan alınmıştır).

ması ve oksijenizasyon tekrar düzeldikten sonra o düzeyde devam edilmesi önerilmektedir.

5. PaCO₂ düzeyinde artış: PEEP ayarı arttırılırken karşılaşılan bir diğer problem PaCO₂ düzeylerindeki yükselmedir. Bu konuda halen kesin olarak bilmediğimiz konu, fizyolojik ölü boşluk solunumu ve PaCO₂ düzeylerinde artışın alveollerdeki aşırı gerilmeye bağlı olup olmadığı ve PEEP ayarlanırken PaCO₂ düzeyini kriter alıp almamaktır.

Hasta tolere ve kompanse edebiliyorsa, genellikle bu duruma izin verilmekle beraber bazı hastalarda özellikle de böbrek yetmezlikli hastalarda, sadece bu nedenle yüksek PEEP düzeyleri uygulanamayabilir. Bunların dışında bir diğer tartışma konusu, PEEP titrasyonu yaparken PEEP'i yüksek düzeylerden yavaş yavaş azaltmak mı yoksa düşük düzeylerden başlayıp yavaş yavaş arttırmak mı gerektiğidir. Genel kabul gören eğilim yüksek düzeylerden başlanıp yavaş yavaş azaltmaktan yanadır.

Bütün bunlara ek olarak yapılan çalışmalar RM'nin yüksek PEEP düzeylerinin ve pron pozisyonun daha çok sekonder ARDS'li hastalarda yararlı olduğunu, primer ARDS'li hastalarda yararlı olmayacağı gibi zararlı olabileceğine, bu nedenle dikkatli uygulamak gereğine işaret etmektedir. Genel olarak primer ARDS'li hastalarda akciğerlerin %5-10'unun, sekonder ARDS'li hastalarda ise yaklaşık %50'sinin "recruitment"le açılabilir olduğu bildirilmektedir.

RM'nin Monitörizasyonu ve Yan Etkileri

RM'nin etkinliğini solunum mekaniklerini ölçerek mi yoksa oksijenizasyonu değerlendirerek mi monitörize etmenin en uygun olacağı henüz tam olarak bilinmemekle beraber, halen en çok başvurulan gösterge oksijenizasyondur.

En önemli yan etkiler, hemodinamide kötüleşme ve barotravmadır. Bu nedenle işlem yapılmadan önce hastaların hemodinamisi stabilize edilmeli ve bir süre iyi oksijenize edilmelidir. İşlem sırasında kan basıncı, nabız, ritm ve oksijen saturasyonu çok iyi monitörize edilmeli; ortalama kan basıncı 60 mmHg'nın altına düşünce veya 20 mmHg'dan fazla düşerse veya saturasyon %85'in altına düşerse ve nabız dakikada 140'ın üzerine çıkarsa veya 60 atım/dakikadan hızlı artarsa, ritm bozukluğu ortaya çıkarsa, işlem hemen sonlandırılmalıdır.

RM ile İlgili Tartışmalı Noktalar

RM'nin özellikle her aspirasyon işleminden sonra mutlaka yapılması önerilmekle beraber, bunun dışında hangi sıklıkla ve hangi yöntemle yapılmasının en iyi olacağına dair veriler henüz yoktur. Bu nedenle henüz standart tedavi yöntemi olarak kabul edilmemektedir. ARDS'li hastalarda RM ve yüksek PEEP düzeyleri ile akciğerleri tamamen açık tutarak ventilasyon uygulamanın en doğru yaklaşım olup olmadığı da henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu uygulama atelektatik akciğer ünitelerini açıp oksijenizasyonu düzeltirken, sağlıklı akciğer bölgelerinde aşırı gerilmelere ve MV'ye bağlı akciğer zedelenmesine neden olabilir. Henüz cevabını veremediğimiz bir diğer soru, RM'nin mortalite üzerine olumlu veya olumsuz etkisinin olup olmadığıdır. En uygun RM PEEP kombinasyonunun ne olduğu da henüz bilinmemektedir.

SONUÇ

Birçok çalışmada RM'nin atelektazileri açtığı ve oksijenizasyonu düzelttiği gösterilmekle birlikte, uzun dönemdeki yararları, güvenilirliği, hangi yöntemle yapılması gerektiği henüz bilinmemektedir. Bu nedenle RM, AKMVS olarak oldukça ilgi çekici gelmesine rağmen henüz standart tedavi yöntemi olmaktan uzaktır. En uygun PEEP düzeyinin nasıl ayarlanması gerektiği de henüz netleşmiş değildir.

KAYNAKLAR

1. MacIntyre NR. Mechanical ventilator strategies for lung protection. *Seminars in Respiratory and Critical Care Med* 2000;21:215-22.
2. Dreyfuss D, Soler P, Basset G, Saumon G. High inflation pressure pulmonary edema. *Am Rev Respir Dis* 1988;137:1159-64.
3. Muscedere JG, Mullen JB, Gan K, Slutsky AS. Tidal ventilation at low airway pressure can augment lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149:1327-34.
4. Stewart TE, Meade MO, Cook DJ, et al. Evaluation of a ventilation strategy to prevent barotrauma in patients at high risk for acute respiratory distress syndrome: Pressure-and volume-limited ventilation strategy group. *N Engl J Med* 1998;338:335-61.
5. Brochard L, Roudot-Thoraval F, Roupie E, et al. Tidal volume reduction for prevention of ventilator induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. The multicenter trial group on tidal volume reduction in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1831-8.

6. Brower RG, Shanholtz CB, Fressler HE, et al. Prospective, randomised, controlled clinical trial comparing traditional versus reduced tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome patients. *Crit Care Med* 1999;27:1492-8.
7. Durante G, Turco MD, Rustichini L, et al. ARDS-Net lower tidal volume ventilatory strategy may generate intrinsic positive end-expiratory pressure in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:1271-4.
8. Pelosi P, Goldner M, McKibben A, et al. Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure. An experimental study. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:122-30.
9. Crotti S, Mascheroni D, Caironi P, et al. Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure. A clinical study. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:131-40.
10. Marini JJ, Amato MB. Lung recruitment during ARDS. In: Marini JJ, Evans TW (eds). *Acute Lung Injury*. Berlin: Springer-Verlag, 1998:235-57.
11. Maggiore S, Jonson B, Richard JC, Jaber S, Lemaire F, Brochard L. Alveolar derecruitment at decremental positive end-expiratory pressure levels in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:795-801.
12. Foti G, Cereda M, Sparacino ME, Marchi L, De, Villa E, Pesenti A. Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated acute respiratory distress syndrome (ARDS) patients. *Intensive Care Med* 2000;26:501-7.
13. Lim C, Koh Y, Park W, et al. Mechanistic scheme and effect of "extended sigh" as a recruitment maneuver in patient with acute respiratory distress syndrome: A preliminary study. *Crit Care Med* 2001;29:1255-60.
14. Patroniti N, Foti G, Cortinovis B, et al. Sigh improves gas exchange and lung volume in patients with acute respiratory distress syndrome undergoing pressure support ventilation. *Anesthesiology* 2002;96:788-94.
15. Kacmarek RM. Recruitment maneuvers. *Respiratory Care Clinics of North America* 2000;61:327-334.
16. Villagra A, Ochagavia A, Vatua S, et al. Recruitment maneuvers during lung protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:165-70.
17. Grasso S, Mascia L, Turco M, et al. Effects of recruiting maneuvers in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology* 2002;96:795-802.
18. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:872-80.
19. Ferguson N, Stewart TE. New therapies for adults with acute lung injury. High frequency oscillatory ventilation. *Crit Care Clin* 2002;18:91-106.
20. Gürsel G. Akut solunum sıkıntısı sendromu. Ekim N, Türkteş H (editörler). *Göğüs Hastalıkları Acilleri*. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 2000:197-210.
21. Çakar N, Kloot TV, Youngblood M, Adams A, Nahum A. Oxygenation response to a recruitment maneuver during supine and prone positions in an oleic acid-induced lung injury model. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1949-56.
22. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001;345:568-73.
23. Sydow M, Burchardi H, Ephraim E, Zielmann S, Crozier TA. Long term effects of two different ventilatory modes on oxygenation in acute lung injury: Comparison of airway pressure release ventilation and volume-controlled inverse ratio ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1550-6.
24. Putensen C, Mutz NJ, Putensen-Himmer G, Zinslerling J. Spontaneous breathing during ventilatory support improves ventilation-perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1241-8.
25. Putensen C, Zech S, Wrigge H, et al. Long term effects of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:43-9.
26. Sydow M. Biphasic positive airway pressure (BIPAP) and airway pressure release ventilation (APRV). In: Kuhlen R, Guttman J, Rossaint R (eds). *New Forms of Assisted Spontaneous Breathing*. Germany: Urban & Fisher Verlag Munich, 2001:35-65.
27. Rouby JJ, Goldstein I. Selecting the right level of positive end-expiratory pressure in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:1182-6.
28. Puybasset L, Cluzel P, Chao N, Slutsky AS, Coriat P, Rouby JJ, and the CT Scan ARDS Study Group. A computed tomography scan assessment of regional lung volume in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1644-55.
29. Levy M. Optimal PEEP in ARDS. Changing concepts and current controversies. *Crit Care Clin* 2002;18:15-33.