

Airway Pressure Release Ventilation

Airway Pressure Release Ventilation

Uğur KOCA^a

^aAnesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Yoğun Bakım BD,
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi,
İzmir

Received: 12.07.2017
Received in revised form: 29.09.2017
Accepted: 24.10.2017
Available online: 05.04.2018

Correspondence:

Uğur KOCA
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Yoğun Bakım BD, İzmir,
TÜRKİYE/TURKEY
ugur.koca@deu.edu.tr

ÖZET Airway pressure release ventilation (APRV), 1987 yılında havayolu basıncının düzenli aralıklar ile kısa süreli olarak serbestleştiği bir mod olarak Stock ve ark. tarafından tarif edilmiştir. Bu mod zaman tetiklemeli, zaman döngülü ve basınç limitli soluklar sağlamaktadır. Dinamik valf sayesinde spontan soluklara izin vermektedir. APRV, uzun süreli (thigh) inspiratuar basınç (phigh) uygulayarak uygun tidal hacim ve alveolar “recruitment” sağlamaktadır. Zaman döngülü olarak kısa süreli (tlow) düşük basınç (plow) uygulaması ile ekspirasyon ve karbondioksit atılması sağlanmaktadır. APRV’de dakika ventilasyonu akciğer kompliyansına, havayolu rezistansına ve tlow ve hastanın solunum eforunun gücüne bağlıdır. Daha düşük havayolu basıncı ve dakika ventilasyonu, kardiyak fonksiyonlar üzerine minimal etki, spontan soluklara izin vermesi ve kas gevşetici ihtiyacının çok az olması APRV’nin avantajlarıdır.

Anahtar Kelimeler: Sürekli pozitif havayolu basıncı; akciğer; aralıklı pozitif basınçlı ventilasyon

ABSTRACT Airway pressure release ventilation (APRV) was developed in 1987 by Stock et al as a short-term release of the airway pressure at regular intervals. This mode provides time-triggered, time-cycled and pressure-limited breaths. The dynamic valve allows spontaneous breathing. APRV provides long-duration (thigh) inspiratory pressure (phigh) to provide appropriate tidal volume and alveolar recruitment. Short-term (tlow) low pressure (plow) application provides expiration and carbon dioxide removal. In APRV, minute ventilation depends on lung compliance, airway resistance, Tlow and patient's respiratory effort. Lower airway pressure and minute ventilation, minimal effect on cardiac functions, spontaneous breathing, and minimal muscle relaxant requirement are advantages of APRV.

Keywords: Continuous positive airway pressure; lung; intermittent positive-pressure ventilation

Airway pressure release ventilation (APRV), 1987 yılında havayolu basıncının düzenli aralıklar ile kısa süreli olarak serbestleştiği bir mod olarak Stock ve ark. tarafından tarif edilmiştir.¹ Bu mod zaman tetiklemeli, zaman döngülü ve basınç limitli soluklar sağlamaktadır. Dinamik valf sayesinde spontan soluklara izin vermektedir. Spontan soluklar basınç destekli veya desteksiz olabilmektedir. APRV, düşük inflasyon basınçları ile alveolar “recruitment” sağlamaktadır.¹ APRV, uzun süreli (T_{high}) ve inspiratuar basınç (P_{high}) uygulayarak uygun tidal hacim ve alveolar “recruitment” sağlamaktadır. Zaman döngülü olarak kısa süreli (T_{low}) ve düşük basınç (P_{low}) uygulaması ile ekspirasyon ve karbondioksit atılması sağlanmaktadır. Hastanın spontan soluğu yok ise APRV ters oranlı basınç limitli zaman döngülü bir moddur¹. APRV’de dakika ventilasyonu akciğer

kompliyansına, havayolu rezistansına ve T_{low} ve hastanın solunum eforunun gücüne bağlıdır.²

$P_{plato} > 30$ cmH₂O olmasına rağmen PaCO₂'nin artmaya devam etmesi, düşük kompliyans, yetersiz oksijenasyon (FiO₂ >%60), koruyucu ventilasyonun başarısızlığı [yüksek ekspirasyon sonu pozitif basınç "positive end-expiratory pressure (PEEP)", düşük tidal hacim] hâllerinde APRV modu kullanılabilir.

Daha düşük havayolu basıncı ve dakika ventilasyonu, kardiyak fonksiyonlar üzerine minimal etki, spontan soluklara izin vermesi ve kas gevşetici ihtiyacının çok az olması APRV'nin avantajları arasında yer almaktadır.³ Spontan soluklar sırasında plevral basıncın düşmesi intratorasik ve sağ atriyal basıncı düşürür böylece oluşan venöz dönüş artışı kardiyak debiyi artırmaktadır.¹

Zorunlu tidal ventilasyon, P_{high} ve P_{low} arasındaki basınç serbestleşmesi ile oluşmaktadır. Teorik olarak basınç serbestleşmesi süresi (T_{low}) ekspiratuar zaman sabiti ile belirlenebilmekte ve ekspiratuar akım, "peak" ekspiratuar akımın %40'ına düştüğü nokta yaklaşık bir zaman sabitine denk gelmektedir.

P_{high} : Önceki volüm kontrol moddaki plato basıncı, basınç kontrol modundaki "peak" havayolu basıncı veya maksimum 30-35 cmH₂O olarak ayarlanmalıdır. P_{high} üst enfleksiyon noktasının altında olmalıdır.

P_{low} : Çok kısa ekspiratuar zaman içinde tidal ventilasyon oluşması için "sıfır" olarak ayarlanmalıdır.

T_{high} (zorunlu inspiratuar zaman): Pratikte 4-6 sn olarak ayarlanmalıdır. Solunum döngüsünün %80-95'ini oluşturmalıdır. Solunum frekansı= $60/(T_{high}+T_{low})$ ile oluşmalıdır. T_{high} ayarlaması sonucunda solunum frekansı 8-12/dk olmalı, daha fazla olmamalıdır.

T_{low} (release, zorunlu ekspiratuar zaman): Kısa ekspiratuar zaman ile akciğerlerin tam boşalması önlenerek otoPEEP oluşturulmalıdır, böylece stabil olmayan alveolar kollapstan korunmalıdır. Oluşan otoPEEP düzeyi alt enfleksiyon noktasının üstünde olmalıdır. Pratikte 0,4-0,6 sn olarak ayarlanmalı ve

tidal volümün 4-6 mL/kg olması hedeflenmelidir. Tidal hacim 6 mL/kg'dan fazla ise T_{low} azaltılmalı, 4 mL/kg'dan az ise artırılmalıdır. T_{low} teorik olarak bir ekspiratuar zaman sabiti kadar olmalı veya ekspirasyonu "peak" ekspiratuar akım %25-75'ine indiğinde sonlandırılacak kısıklıkta olmalıdır. Restriktif hastalarda 0,3 sn kadar kısa (%75) ve obstrüktif hastalarda 1,5 sn kadar uzun (%25) olabilmektedir.³⁻⁶

APRV'de otomatik tüp kompanzasyonu açık olmalıdır.¹ APRV, aktif ekspiratuar valf sayesinde spontan soluklara izin verir. APRV'de sedasyon uygulamaları iken, spontan solukların hacminin toplam soluk hacminin %10 (%10-30 olmalıdır)'undan az olmaması gözetilmelidir. APRV'de spontan soluklar basınç desteği ile desteklenebilmekte veya desteklenmemektedir. $P_{high} < 30$ cmH₂O ise desteklenebilmektedir. Desteklendiğinde plato basıncının 30 cm H₂O'yu geçmemesine dikkat edilmelidir. Spontan solukların desteklenmemesi, hastanın diyaframını daha fazla ve güçlü kullanmasına neden olarak alt akciğer bölgelerinin havalanmasını artırmaktadır.

APRV'de Alveolar Ventilasyonu Belirleyenler (karbodioksit atılımı):

1. Basınç gradiyenti ($P_{high}-P_{low}$),
2. "Airway pressure release time" (T_{low}),
3. "Airway pressure release" frekansı ($f=60/(T_{high}+T_{low})$).

APRV'de Oksijenasyonu Belirleyenler (recruitment, otoPEEP):

1. Ortalama havayolu basıncı (P_{high} , T_{high}),
2. T_{low} ,
3. FiO₂.

UYGULAMA^{5,7,8,9}

ZORUNLU SOLUK

P_{high} , önceki volüm kontrol moddaki plato basıncı, basınç kontrol modundaki "peak" basınç (<30 cm H₂O) olarak ayarlanmalıdır. P_{low} , ekspiratuar akımı optimize etmek için 0 cm H₂O olarak ayarlanmalıdır. T_{high} uzun inspiratuar zaman ile "recruitment" sağlamak ve böylece oksijenasyonu

iyileştirmek için 4-6 sn olarak ayarlanmalı, bu ayar ile soluk sayısı 8-12/dk olmalıdır. T_{low} , ekspiratuar akım başlangıç peak ekspiratuar akımın %40'ında kesilecek şekilde ayarlanmalıdır. Bu süre de genelde bir ekspiratuar zaman sabitine denk gelmektedir. T_{low} tidal hacim 4-6 mL/kg olacak şekilde 0,2-0,8 sn aralığında ayarlanmalıdır. Spontan soluk hacmi toplam soluk hacminin %10-30'u kadar olmalıdır.

Bu ayarlamalardan sonra hipoksi hâlâ devam ediyor ise:

1. "Pmean"i artırmak için T_{high} 0,5-1 sn uzatılır,
2. "Pmean"i artırmak için P_{high} 2-5 cm H₂O artırılır,
3. otoPEEP'i artırmak için T_{low} 0,1 sn azaltılır,
4. Göğüs duvarı kompliyansını artırmak için nöromusküler blok düşünülebilir,
5. Hiperkapni devam ediyor ise pH=7,15'e kadar hiperkapniye izin verilir,
6. pH <7,15 ise T_{high} 'ı 0,5-1 sn azaltılır (3 sn den düşük olmamalı),
7. Spontan soluğa basınç desteği uygulanır,
8. P_{high} artırılır (<30 cm H₂O),
9. T_{low} artırılır.

Bu ilk ayarlamalar yapıldıktan sonra hastanın uyum sağlaması için 4-6 saat beklenmelidir. Bu süre içinde hastanın inspiratuar kaslarını daha az, diyaframı daha fazla kullandığı gözlenmektedir. Soluk işinin çoğunu diyafram yapar hâle gelmektedir. "Recruitment" oldukça hastanın daha konforlu soluduğu ve sedasyon ihtiyacının azaldığı gözlenmektedir.

Hasta hâlâ aksesuar kasları ile güçlü inhalasyon yapmaya çalışıyor ise alveolar "recruitment"e ihtiyaç var demektir; P_{high} artırılmalı, T_{low} azaltılmalıdır.

Hasta güçlü ekspiriyum yapıyor ise over inflasyon var demektir. Bu durumda P_{high} azaltılır iken T_{high} artırılmalı (aynı "mean" basıncı korumak için), T_{low} artırılmalıdır.

MEKANİK VENTİLASYONDAN AYRILMA

Drop (P_{high} : düş) ve Stretch (T_{high} : uzat): 2 saatte bir uygulanmalı, SpO₂, kalp atım hızı, takipne ve solunum işi derekrütman açısından izlenmelidir. P_{high} 2-3 cm H₂O aralıklar ile düşülür iken T_{high} 0,5-2 sn aralıklar ile artırılmalıdır (yaklaşık her 1 cm H₂O basınç düşüşüne karşı 0,5 sn uzatılır). P_{high} 20 cm H₂O altına inmelidir. Genelde P_{high} 16 cm H₂O ve T_{high} 12-15 sn olunca ve dakika volümünün çoğunu artık spontan solukların volümü oluşturduğunda pozitif havayolu basıncına veya basınç destekli moda (5-10 cm H₂O) geçilmelidir.¹⁰

Matsuzawa ve ark., deneysel akut respiratuar distress sendromu [acute respiratory distress syndrome (ARDS)] modelinde APRV'nin bronkoalveolar lavaj sıvısındaki "high-mobility group box 1" düzeyini ve akciğer sıvısını azalttığını ve oksijenasyonu düzelttiğini göstermişlerdir.¹¹

Hering ve ark., APRV'de spontan solukların desteklenmesinin soluk işini azalttığını ve respiratuar kas kan akımını fizyolojik düzeylere getirdiğini saptamışlardır.¹² Yoshida ve ark., 18 ARDS tanısı almış yoğun bakım hastasında APRV'de spontan soluklara izin verilmesinin atelektazileri azalttığını saptamışlardır.¹³ APRV'de spontan soluklara izin verilmesi sistemik kan akımını ve serebral, spinal kord akımını, renal kan akımını ve preportal organ kan akımını artırmaktadır.¹⁴⁻¹⁶

APRV'nin ARDS'de kardiyak performansı artırdığı, vazopressör gereğini azalttığı ve havayolu basıncını düşürdüğü saptanmıştır.¹⁷ Fallot tetralojisi onarımı geçiren çocuklarda, APRV'nin akciğer perfüzyonunu basınç kontrollü ventilasyona göre daha iyi hâle getirdiği saptanmıştır.¹⁸

SONUÇ

APRV'nin bir akciğer açma yaklaşımı olduğu ve konvansiyonel akciğer koruyucu ventilasyon stratejisi ile randomize kontrollü olarak karşılaştırılması gerekmektedir.⁹

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde,

çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Daoud EG. Airway pressure release ventilation. *Ann Thorac Med* 2007;2(4):176-9.
2. Mireles-Cabodevila E, Diaz-Guzman E, Heresi GA, Chatburn RL. Alternative modes of mechanical ventilation: a review for the hospitalist. *Cleve Clin J Med* 2009;76(7):417-30.
3. Frawley PM, Habashi NM. Airway pressure release ventilation: theory and practice. *AACN Clin Issues* 2001;12(2):234-46.
4. Kallet RH. Patient-ventilator interaction during acute lung injury, and the role of spontaneous breathing: part 2: airway pressure release ventilation. *Respir Care* 2011;56(2):190-203.
5. Porhomayon J, El-Solh AA, Nader ND. Applications of airway pressure release ventilation. *Lung* 2010;188(2):87-96.
6. Myers TR, MacIntyre NR. Respiratory controversies in the critical care setting. Does airway pressure ventilation offer important new advantages in mechanical ventilator support? *Respir Care* 2007;52(4):452-8.
7. Neumann P, Golisch W, Strohmeyer A, Buscher H, Burchardi H, Sydow M. Influence of different release times on spontaneous breathing pattern during airway pressure release ventilation. *Intensive Care Med* 2002; 28(12):1742-9.
8. Modrykamien A, Chatburn RL, Ashton RW. Airway pressure release ventilation: an alternative mode of mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Cleve Clin J Med* 2011;78(4):101-10.
9. Habashi NM. Other approaches to open-lung ventilation: airway pressure release ventilation. *Crit Care Med* 2005;33(3 Suppl):S228-40.
10. Stawicki SP, Goyal M, Sarani B. High-frequency oscillatory ventilation (HFOV) and airway pressure release ventilation (APRV): a practical guide. *J Intensive Care Med* 2009;24(4):215-29.
11. Matsuzawa Y, Nakazawa K, Yamamura A, Akashi T, Kitagaki K, Eishi Y, et al. Airway pressure release ventilation reduces the increase in bronchoalveolar lavage fluid high-mobility group box-1 levels and lung water in experimental acute respiratory distress syndrome induced by lung lavage. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27(8):726-33.
12. Hering R, Zinserling J, Wrigge H, Varelmann D, Berg A, Kreyer S, et al. Effects of spontaneous breathing during airway pressure release ventilation on respiratory work and muscle blood flow in experimental lung injury. *Chest* 2005;128(4):2991-8.
13. Yoshida T, Rinka H, Kaji A, Yoshimoto A, Arimoto H, Miyaichi T, et al. The impact of spontaneous ventilation on distribution of lung aeration in patients with acute respiratory distress syndrome: airway pressure release ventilation versus pressure support ventilation. *Anesth Analg* 2009;109(6):1892-900.
14. Kreyer S, Putensen C, Berg A, Soehle M, Muders T, Wrigge H, et al. Effects of spontaneous breathing during airway pressure release ventilation on cerebral and spinal cord perfusion in experimental acute lung injury. *J Neurosurg Anesthesiol* 2010;22(4):323-9.
15. Hering R, Peters D, Zinserling J, Wrigge H, von Spiegel T, Putensen C. Effects of spontaneous breathing during airway pressure release ventilation on renal perfusion and function in patients with acute lung injury. *Intensive Care Med* 2002;28(10):1426-33.
16. Hering R, Bolten JC, Kreyer S, Berg A, Wrigge H, Zinserling J, et al. Spontaneous breathing during airway pressure release ventilation in experimental lung injury: effects on hepatic blood flow. *Intensive Care Med* 2008;34(3): 523-7.
17. Kaplan LJ, Bailey H, Formosa V. Airway pressure release ventilation increases cardiac performance in patients with acute lung injury/adult respiratory distress syndrome. *Crit Care* 2001;5(4):221-6.
18. Walsh MA, Merat M, La Rotta G, Joshi P, Joshi V, Tran T, et al. Airway pressure release ventilation improves pulmonary blood flow in infants after cardiac surgery. *Crit Care Med* 2011;39(12):2599-604.