

Araştırma

Tek Akciğer Ventilasyonunda İki Farklı PEEP Düzeyinin Etkilerinin Karşılaştırılması

İncifer SİYAHKOÇ*, Nurgül YURTSEVEN*, Ercan SİYAHKOÇ*, Suna YAKA*, Tamer OKAY**

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, torakotomi ameliyatı geçirecek hastalarda tek akciğer ventilasyonu sırasında düşük tidal volümle (TV) birlikte uygulanan 2 farklı ekspiriyum sonu pozitif basınç (PEEP) düzeyinin solunum ve hemodinami üzerine etkilerini incelemek amacı ile yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Hastanemiz Eğitim Planlama Kurulu onayı ve yazılı onamı alındıktan sonra torakotomi ameliyatı uygulanacak 40 hasta çalışmaya alındı. Tüm hastalar çift lümenli endotrakeal tüp ile entübe edilerek tek akciğer ventilasyonuna (TAV) geçildiğinde rastgele 2 gruba ayrıldı. Grup 1 (n: 20) TAV sırasında ventile olan akciğere TV: 6 ml/kg ve 5 cmH₂O PEEP uygulanan hastalar, Grup 2 (n: 20) TV: 6 ml/kg ve 10 cmH₂O PEEP uygulanan hastalardan oluştu. Çalışma sırasında, hastalardan arter kan gazı örneği alınarak T0: Supin pozisyon, induksiyon öncesi, T1: induksiyon sonrası çift akciğer ventilasyonu, T2: TAV 15 dk., T3: TAV 30 dk., T4: TAV 45 dk., T5: Supin pozisyon extübasyon öncesi, T6: Postop 6. saat olmak üzere 7 dönemde ortalama arter basınçları, kalp atım hızı, parsiyel oksijen basıncı, parsiyel karbondioksit basıncı, pik havayolu basıncı (PIP) ve plato basınç değerleri kaydedildi.

Bulgular: İki grup ortalama arter basınçları ve kalp atım hızı açısından karşılaştırıldığında T1, T2, T3 ve T4 periyodlarında Grup 2'de istatistiksel olarak anlamlı düşme görüldü ve değerler fizyolojik sınırlardaydı. Grup 2 hastalarında PaO₂ değerlerinde yükselme ve PaCO₂'de düşme anlamlıydı. TAV'na geçildiği T2, T3 ve T4 periyodlarında PIP ve plato basınçları Grup 2'de iki hastalarda anlamlı olarak yüksek bulundu (p<0.05).

Sonuç: Çalışmamızın sonunda, torakotomi ameliyatları sırasında ventile edilen akciğere düşük TV ile 10 cmH₂O PEEP uygulamasının hemodinamik ve solunum mekanikleri üzerine olumsuzluğa neden olmadan oksijenasyona olumlu katkılarda bulunduğu sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: tek akciğer ventilasyonu, PEEP, lateral dekübit pozisyonu

Alındığı tarih: 17.11.2017

Kabul tarihi: 21.11.2017

*Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahi Merkezi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

**Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahi Merkezi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği

Yazışma adresi: Doç. Dr. Nurgül Yurtseven, Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahi Merkezi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, 34668 Kadıköy / İstanbul

e-mail: nurgulyurtseven@hotmail.com

ABSTRACT

Comparison of Two Different PEEP Levels in One Lung Ventilation

Objective: This study aims to analyze the effects of two different positive end- expiratory pressure (PEEP) levels during single lung ventilation with low tidal volume (TV) on respiration and hemodynamics in patients undergoing thoracotomy.

Material and Methods: After the Hospital Education Planning Board approval and written consent were obtained 40 patients scheduled for thoracotomy were enrolled in the study. When all patients were intubated with double- lumen endotracheal tube and one-lung ventilation (OLV) was initiated, the patients were randomized into two groups. Group 1 (n: 20) consisted of patients who underwent lung ventilation with 6 ml/kg TV and 5 cm H₂O PEEP; and Group 2 (n: 20) consisted of patients who underwent lung ventilation with 6 ml/kg TV and 10 cm H₂O PEEP. Arterial blood gas samples were obtained from the patients during the study, and mean arterial pressure, heart rate, partial oxygen pressure (pO₂), partial carbon dioxide pressure (pCO₂), peak airway pressures (PIP), plateau pressure values were recorded at 7 different time points namely T0: Supine position, before the induction, T1: double lung ventilation after induction, T2: OLV 15 minutes, T3: OLV 30 minutes, T4: OLV 45 minutes, T5: pre-extubation, supine position, T6: Postoperative 6th hour.

Results: Mean arterial pressure and heart rate values were significantly lower at T1, T2, T3 ve T4 time points in Group 2; however, this decrease was within physiological limit. Group 2 patients had significantly higher PaO₂ and lower PaCO₂ values. At time points of T2, T3 and T4 when the patients were under OLV, PiP and plateau pressures in Group 2 patients were significantly higher (p<0.05).

Conclusion: It was concluded that delivery of low tidal volume and 10 cm H₂O PEEP to the ventilated lung during thoracotomy made positive contributions to oxygenation without any adverse effects on hemodynamic, and respiratory mechanisms.

Keywords: one-lung ventilation, PEEP, lateral decubitus position

GİRİŞ

Akciğere yönelik ameliyatlarda sırasında görtüş alanını genişletmek ve cerrahi manüplasyonu kolaylaştırmak amacıyla LDP (Lateral dekübit pozisyonu) ve tek akciğer ventilasyonu (TAV) sıklıkla uygulanan yöntemlerdir ^[1,2]. LDP'da altta kalan akciğerin fonksiyonel rezidüel kapasitesi ve kompliyansı azalmakta, oluşan atelektaziler nedeniyle hipoksemi gelişmektedir ^[3,4]. TAV ise, hastaların çoğunda güvenle uygulanabilmesine rağmen, ventile olmayan akciğer nedeniyle oluşan pulmoner şant yüzünden hipoksemi sık görülen bir durumdur. Geleneksel olarak 10-12 ml tidal volüm (TV) ile atelektazi gelişiminin önleceği ve alt sınırın 8 ml/kg olması gerektiğini bildiren çalışmalar olsa da, bu tip hastalarda düşük TV (5-6 ml/kg) ile ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP) uygulaması giderek daha fazla kullanım alanı bulmuştur. Bu ventilasyon şeklinin TAV sırasındaki arteriyel hipoksemiye düzeltmek için klasik ventilasyona göre daha etkin olduğu da hâlen kabul edilen görüşler arasındadır ^[3-5].

Bu çalışmada, elektif toraks cerrahisi geçirecek çift lümenli bronş içi tüp ile TAV uygulanmakta olan hastalarda, hipoksemiye engellemek amacıyla ventile olan akciğere PEEP 5 cmH₂O ve PEEP 10 cmH₂O uygulamasının hemodinamiye, solunum mekaniğine ve arteriyel oksijenasyona olan etkilerini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, hastane eğitim planlama kurul onayı alındıktan sonra, elektif torakotomi planlanan 40 hasta üzerinde uygulandı. Tüm hastalar çalışma hakkında bilgilendirildi ve yazılı onamları alındı. Tüm hastaların ameliyat öncesi solunum fonksiyon testleri yapıldı. Pnömonektomi uygulanacak ve FEV1 < % 50 olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Ameliyat odasında hastalar elektrokardiyografi (EKG), SpO₂ ve invaziv arter kan basıncı ile monitörize edildi. Kalp atım hızı (KAH), ortalama arter basıncı (OAB), pO₂, PCO₂ değerleri kaydedildi. Anestezi induksiyonu, 2 mg/kg propofol, 1-2 mcg/kg fentanil ile sağlandı. 0.1 mg/kg veküronyum ile kas gevşemesi sağlanarak çift lümenli tüple endobronşiyal entübasyon gerçekleştirildi. Tüpün pozisyonu çift taraflı oskültasyon ve fiberoptik bronkoskopiyle doğrulandı. Tidal volüm (VT) 8-10 mL/kg, solunum hızı dk.'da 12 olacak şekilde volüm

kontrollü ventilasyona (VCV) başlandı. Anestezi idamesi FiO₂: %50 olacak şekilde O₂/hava karışımında isofluran ile sağlandı. Torakotomiye başlanmak üzere hastalara LDP verildi. TAV'a geçildiğinde, hastalar rastgele Grup 1 (n=20) ve Grup 2 (n=20) olmak üzere iki gruba ayrıldı. TAV sırasında her 2 gruba da VCV uygularken, tidal volüm 4-6 mL/kg olarak ayarlandı. Grup 1'e TAV sırasında ventile olan altta ki akciğere 5 cmH₂O PEEP uygulanırken, Grup 2'de 10 cm H₂O PEEP uygulandı. Her 2 grupta solunum frekansı, PaCO₂ 35-45 mm Hg arasında olacak şekilde ayarlandı ve FiO₂: %50 olacak şekilde O₂/hava karışımı kullanıldı. ve plato basıncının <30 cmH₂O olmasına özen gösterildi. İki akciğer ventilasyonuna geçildiğinde, her 2 grupta da PEEP 5 cmH₂O ile devam edildi. Tüm olgulara toraks kapatılmadan önce atelektazik akciğer alanlarını açmak için "recruitment" (basınç: 40 cm H₂O; süre: 40 sn.) uygulandı.

Çalışma sırasında 7 farklı dönemde hastaların hemodinamikleri; KAH, OAB, solunum mekanikleri, pık hava yolu basıncı (PİP), plato basınçları ve arteriyel oksijenasyonları; SpO₂, pO₂, pCO₂ parametreleri ile takip edildi ve kaydedildi.

T0: Supin pozisyon, induksiyon öncesi,

T1: Supin pozisyon, induksiyon sonrası çift akciğer ventilasyonu,

T2: LDP, TAV, her 2 grupta da TAV'na geçtikten 15 dk. sonra,

T3: LDP, TAV, her 2 grupta da TAV'na geçtikten 30 dk. sonra,

T4: LDP, TAV, her 2 grupta da TAV'na geçtikten 45 dk. sonra,

T5: Supin pozisyon extübasyon öncesi,

T6: Postop 6. saat

İstatistiksel incelemeler, araştırma sonucunda elde edilen veri ve bilgiler, amaçlar doğrultusunda İstatistik Paket programı yardımıyla değerlendirildi. Normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov-Smirnov dağılım testi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında "Pearson ki-kare" testi kullanıldı. Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında 2 grup durumunda, parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında "Mann Whitney U" test kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Araştırmada tüm bulgular p=0.05 anlamlılık düzeyinde ve p=0.01 ileri anlamlılık düzeyinde çift yönlü olarak değerlendirildi.

Tablo 1. Demografik özellikler ve solunum testi özellikleri.

| | Grup 1 | | p |
|-----------|------------|------------|-------|
| | Ort±SS | Ort±SS | |
| Yaş (yıl) | 49.3±12.3 | 47.9±16.2 | 0.636 |
| Kilo (kg) | 70.6±13.1 | 70.8±13.0 | 0.957 |
| Boy (cm) | 169.7±10.1 | 172.9±12.0 | 0.386 |
| FEV1 | 70.4±14.5 | 66.0±14.7 | 0.409 |
| FEV1/FVC | 71.7±14.5 | 66.5±13.3 | 0.291 |
| | N | N | |
| Cinsiyet | | | |
| Erkek | 12 | 13 | 0.744 |
| Kadın | 8 | 7 | |

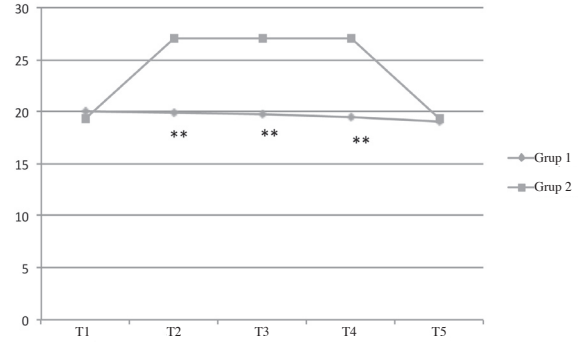
FEV1: Zorlu ekspiratuar volüm, FEV1/FVC: Zorlu ekspiratuar volüm/Zorlu vital kapasite

BULGULAR

Bu çalışma yaşları 23 ila 84 arasında değişmekte olan toplam 15'i (% 37,5) kadın, 25'i (% 62,5) erkek toplam 40 hasta üzerinde uygulandı. Hastaların ortalama yaşı 48.6±14.2 (23-84), kilosunu 70.7±12.9 (53-98) boyu ise 171.3±11.0 (154-193) idi. Grup I hastaların 12'si erkek (% 60), 8'i kadın (% 40) iken, Grup II'deki hastaların 13'ü erkek (%65), 7'si kadın (%35)'di. Gruplar arasında demografik veriler ve FEV1 ve FEV1/FVC açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p>0.05) (Tablo 1).

Grup 1 ve Grup 2 arasında KAH açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı (p>0.05). Grupların OAB karşılaştırıldığında Grup 2'de 10 cm H₂O PEEP uygulandığı dönemler olan T2, T3, T4 ve T5 periyodlarında OAB değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı ancak klinik olarak anlamlı olmayan düşmeler olduğu görüldü (p<0.05). Grup içi karşılaştırmada, her 2 grupta da, T1, T2, T3 ve T4 periyodlarında OAB'da anlamlı bir düşme olduğu görüldü (p<0.05). T5 periyodunda ise anlamlı bir farklılık belirlenmedi (p>0.05). Grup 1'deki hastaların T1, T2, T3 ve T4 zamanlarında PO₂ değerleri, Grup 2'deki hastalara göre anlamlı olarak düşük bulunurken aynı dönemlerde PaCO₂ değerleri yüksek bulundu. Grup 2'de T5 periyodunda da bu yükseklik devam etti (p<0.05). Grup içi karşılaştırmada, her 2 grupta T0 zamanında PO₂ değerine göre T1, T2, T3, T4 ve T5 zamanlarında PO₂ değerinde meydana gelen yükselmeler istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.05) (Tablo 2). Gruplar PİP ve Plato basınçları açısından

değerlendirildiğinde, Grup 2'deki hastaların T2, T3 ve T4 dönemlerinde hem PİP hem de Plato basınçları Grup 1'e göre anlamlı yüksek bulundu (p<0.05) (Grafik 1, 2). Grup içi karşılaştırmada Grup 2 hasta-

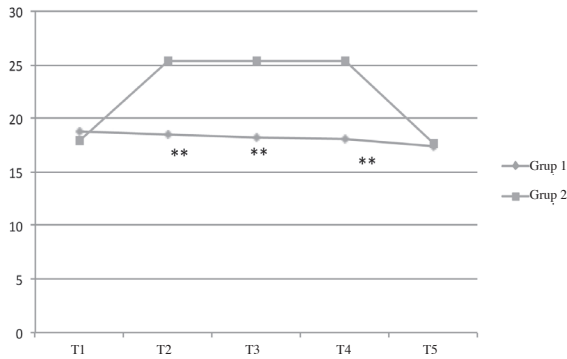


**p<0.01 Gruplar arası

Grafik 1. Grupların PİP değişimleri.**Tablo 2. Grupların hemodinamik ve oksijenasyon verilerinin karşılaştırılması**

| | KAH (atm/dk.) | OAB (mm Hg) | PaO ₂ (mmHg) | PaCO ₂ (mmHg) |
|----------|---------------|---------------|-------------------------|--------------------------|
| T0 | | | | |
| Grup 1 | 74.30±9.80 | 101.950±16.61 | 85.60±15.59 | 37.43±3.24 |
| Grup 2 | 78.80±12.29 | 102.10±15.50 | 86.05±10.72 | 36.67±2.95 |
| P değeri | 0.25 | 0.903 | 0.989 | 0.324 |
| T1 | | | | |
| Grup 1 | 74.05±9.70 | 91.55±9.13 | 318.80±56.42 | 36.75±2.29 |
| Grup 2 | 77.80±12.30 | 88.90±10.57 | 364.50±54.90 | 34.75±3.06 |
| P değeri | 0.316 | 0.233 | 0.016* | 0.017* |
| T2 | | | | |
| Grup 1 | 73.25±9.81 | 91.60±9.24 | 129.65±34.29 | 37.05±1.79 |
| Grup 2 | 76.75±12.56 | 83.65±8.06 | 239.35±44.74 | 34.62±1.94 |
| P değeri | 0.401 | 0.005** | 0.000** | 0.000** |
| T3 | | | | |
| Grup 1 | 73.20±8.51 | 92.60±6.63 | 100.25±11.57 | 36.95±1.95 |
| Grup 2 | 75.00±11.46 | 80.40±7.36 | 195.70±33.23 | 34.97±2.35 |
| P değeri | 0.60 | 0.000** | 0.000** | 0.004** |
| T4 | | | | |
| Grup 1 | 73.80±8.60 | 91.05±8.45 | 85.30±7.84 | 37.05±2.16 |
| Grup 2 | 75.25±10.51 | 78.20±6.30 | 177.25±22.28 | 35.08±1.81 |
| P değeri | 0.570 | 0.000** | 0.000** | 0.003** |
| T5 | | | | |
| Grup 1 | 74.20±8.42 | 91.60±5.87 | 205.90±34.71 | 37.00±1.45 |
| Grup 2 | 76.50±11.01 | 86.75±8.57 | 315.55±47.69 | 34.40±2.16 |
| P değeri | 0.456 | 0.048* | 0.000** | 0.001** |
| T5 | | | | |
| Grup 1 | 76.00±7.60 | 97.80±8.69 | 81.30±11.57 | 37.05±1.70 |
| Grup 2 | 78.00±10.53 | 92.70±11.56 | 82.85±8.07 | 35.25±2.53 |
| P değeri | 0.498 | 0.055 | 0.818 | 0.012* |

KAH: Kalp atım hızı (atım/dk.), OAB: Ortalama arter basıncı (mmHg), PaO₂: Parsiyel O₂ Basıncı, PCO₂: Parsiyel CO₂ basıncı, *p<0.05, **p<0.01 Gruplar arası



** $p < 0.01$ Gruplar arası

Grafik 2. Grupların plato basınç değişimleri.

larında aynı dönemlerde bu değerler T1 zamanı ile karşılaştırıldığında anlamlı bulunurken, Grup 1 hastalarında bir anlamlılık belirlenmedi. Hiçbir hastanın plato basıncı 30 cm H₂O'yu aşmadı.

TARTIŞMA

Çalışmamızda, toraks cerrahisi uygulanan hastalarda LDP ve TAV sırasında, TV: 6 ml/kg iken, altına kalan akciğere uygulanan 10 cm H₂O PEEP düzeylerinin, 5 cm H₂O PEEP ile karşılaştırıldığında, hemodinamik açıdan klinik önemi olmayan değişimler yaratsa da oksijenasyon üzerine olumlu etkiler sağladığı belirlenmiştir. TAV torasik girişimlerde rahat bir cerrahi saha, sekresyon veya kanın diğer akciğere bulaşmasını engellemek için sık kullanılan bir yöntemdir [6,7]. Ancak TAV, akciğer içinde sağdan sola şant miktarının artmasının bir sonucu olarak PaO₂'de belirgin bir düşüşe neden olur. Akciğer içi şant artışı büyük ölçüde solutulmayan akciğere gelen kan akımına bağlıdır. Bunun yanında, alt akciğerde, mediasten ve batin organlarının baskısı sonucu fonksiyonel rezidual kapasite (FRC) de azalmıştır [7,8].

Genel anestezi ve nöromusküler bloker kullanımı da, FRC'nin azalmasında rol oynar ve atelektazilere neden olabilir [9,10]. Alt akciğerde meydana gelen bu değişiklikler de PaO₂'nin daha fazla düşmesine yol açar. TAV sırasında arteriyel hipoksemiye en aza indirmek için değişik yöntemler denenmiştir. Yapılan çalışmalarda, alt akciğerin yüksek tidal volüm ve yüksek FiO₂ ile ventilasyonu veya inspirasyon, ekspirasyon oranlarının değiştirilmesinin arteriyel hipoksiyi engellemediği belirtilmiştir. Yüksek FiO₂, PaO₂'yi her zaman yükseltmediği gibi, rezorbsiyon atelektazisi ve

oksijen toksisitesi gibi istenmeyen etkilere de neden olmaktadır [11,12]. Çalışmamızda, bu nedenlerle FiO₂ % 50 olarak belirlenmiştir. Gama de Abreu ve ark. [13] yaptıkları hayvan deneyinde TAV sırasında 8 ml/kg TV değerlerinin alt akciğerde ventilatör ilişkili akciğer hasarına (VILI) neden olduğunu bildirmişlerdir. VILI aynı TV ile çift akciğer havalandırıldığında veya TAV sırasında TV yarıya düşürüldüğünde gözlenmemiştir.

VILI'den korunmak amacıyla intraoperatif akciğer koruyucu ventilasyon stratejisi ilk defa açık abdominal cerrahi geçiren hastalarda uygulanmıştır. Severgnini ve ark. [14] tarafından yapılan bu çalışmada, TV: 7 mL/kg ve PEEP 10 cm H₂O olarak belirlenmiş ve bu değerlerin postoperatif pulmoner fonksiyonları iyileştirdiği bildirilmiştir. Akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinde genel olarak 6 ml/kg TV kullanılmaktadır. Ancak bu değerdeki TV, PEEP olmadan kullanılırsa, ekspiratuar akciğer volümü yeteri kadar sağlanamadığından atelektazi ve hipoksi gelişimi kaçınılmaz olacaktır. Tersine yüksek değerlerde PEEP uygulanması, venöz dönüşün bozulması ile kalp debisinin düşmesine neden olabilmektedir. Ayrıca şişen akciğerlerdeki gerilim reseptörlerinden kaynaklanan kardiyak depresör refleksi, gerilmenin şiddeti ile orantılı olarak kalp debisinin ve sistemik damar direncinin düşmesine neden olmaktadır [15,16]. Bu nedenle de PEEP düzeyinin hem kardiyovasküler yan etkilere neden olmadan oksijenasyona olumlu katkı sağlama-sı hem de akciğerleri açık tutmaya yetecek düzeyde olması çok önemlidir. Çalışmamızda, hastalarımızda akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerine uygun olarak TV: 6 ml/kg olarak belirlenmiştir. Ancak düşük TV ile alveolar ekspansiyon tam olarak sağlanamayacağından yukarıdaki çalışmalarda da belirtildiği gibi, yüksek PEEP'ı 10 cm H₂O olarak kullanırken, kontrol grubuna 5 cm H₂O PEEP kullandık. Konvansiyonel mekanik ventilasyon stratejileri PEEP'in akciğer volümünde sağladığı artış nedeniyle, PEEP uygulanmasıyla birlikte PaO₂'de artış ile intrapulmoner şant, alveolo-arteryel oksijen basınç farkı ve arteriovenöz oksijen konten farkında azalma görülür.

Valenza [17], yapmış olduğu çalışmada, tek akciğer ventilasyonu sırasında 10 cmH₂O PEEP uygulanan hastalar 0 PEEP uygulanan hastalarla karşılaştırıldığında, PaO₂ seviyelerinde anlamlı yükselme meydana geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da,

10 cm H₂O PEEP düzeylerinin TAV'a geçilmesiyle birlikte oksijenasyonu anlamlı olarak arttırdığı belirlenmiştir. Akciğerlerde basınç yükü oluşmaması için plato basıncının 30 cm H₂O ile sınırlandırılması önemlidir. Çalışmamızda kullandığımız değerlerle hiçbir hastanın plato basıncı bu değerin üzerine çıkmamıştır.

Sonuç olarak, tek akciğer ventilasyonu sırasında pe-roperatif 10 cmH₂O PEEP kullanımının, 5 cmH₂O PEEP uygulamasına göre, hemodinamik ve solunum mekanikleri üzerine herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan, TAV sırasında hipoksemiye engellediği, karbondioksit atılımını kolaylaştırdığı postoperatif oksijenizasyonu arttırdığı için yararlı olacağı düşüncesine vardık.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makalede yer alan yazarların bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. **Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist J, et al.** Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation: a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985;62:422-8. <https://doi.org/10.1097/00000542-198504000-00009>
2. **Chang DW.** Principles of mechanical ventilation In: Clinical application of mechanical ventilation. 1997, New York, Delmar Publishers.
3. **Halbertsma FJ, van der Hoeven JG.** Lung recruitment during mechanical positive pressure ventilation in the PICU: What Can Be Learned From The Literature? *Anaesthesia* 2005;60(8):779-90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2005.04187.x>
4. **Johanningman J.** Prone positioning and inhaled nitric oxide: Synergistic therapies for acute respiratory distress syndrome. *J Trauma* 2001;5:589-96. <https://doi.org/10.1097/00005373-200104000-00001>
5. **Damia G, Mascheroni D, Croci M, Tarenzi L.** Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. *Br J Anaesth* 1988;60:574-8. <https://doi.org/10.1093/bja/60.5.574>
6. **Fischer CW, Cohen E.** An update on anesthesia for thoracoscopic surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010;23:7-11. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e3283346c6d>
7. **Fujiwara M, Abe K, Mashimo T.** The effect of positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure on the oxygenation and shunt fraction during one-lung ventilation with propofol anesthesia. *J Clin Anesth* 2001;13:473-7. [https://doi.org/10.1016/S0952-8180\(01\)00310-5](https://doi.org/10.1016/S0952-8180(01)00310-5)
8. **Cohen E, Eisenkraft JB.** Positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation improves oxygenation tensions. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:578-82. [https://doi.org/10.1016/S1053-0770\(96\)80131-5](https://doi.org/10.1016/S1053-0770(96)80131-5)
9. **Inomata S, Nishikawa T, Saito S, Kihara S.** Best PEEP during one-lung ventilation. *Br J Anaesth* 1997;78:754-6. <https://doi.org/10.1093/bja/78.6.754>
10. **Kaymak Ç, Başar H.** Sinir-kas kavşağının anatomi ve fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2005;3:109-15.
11. **Bardoczky GI, d'Hollander AA, Cappello M, Yernault JC.** Interrupted expiratory flow on automatically constructed flow volume curves may determine the presence of intrinsic positive end-expiratory pressure during one -lung ventilation. *Anesth Analg* 1998;86:880-4. <https://doi.org/10.1213/00000539-199804000-00037>
12. **Szegedi LL, Barvais L, Sokolow Y, Yernault JC, d'Hollander AA.** Intrinsic positive end-expiratory pressure during one -lung ventilation of patients with pulmonary hyperinflation.Influence of low respiratory rate with unchanged minute volume. *Br J Anaesth* 2002;88:56-60. <https://doi.org/10.1093/bja/88.1.56>
13. **Gama de Abreu M, Heintz M, Heller A, Szechenyi R, Albrecht DM, Koch T.** One-lung ventilation with high tidal volumes and zero positive end-expiratory pressure is injurious in the isolated rabbit lung model. *Anesth Analg* 2003;96:220-8. <https://doi.org/10.1213/00000539-200301000-00045>
14. **Severgnini P, Selmo G, Lanza C, et al.** Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology* 2013;118:1307. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31829102de>
15. **Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, Vicardi P, Gattinoni L.** Prone position improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. *Anesth Analg* 1996;83:578-83. <https://doi.org/10.1213/00000539-199609000-00025>
16. **Dunn Peter F.** Physiology of lateral decubitus position and one -lung ventilation. *International Anesthesiology Clinics* 2000;38:25-53. <https://doi.org/10.1097/00004311-200001000-00004>
17. **Valenza F, Ronzoni G, Perrone L, et al.** Positive end-expiratory pressure applied to the dependent lung during one-lung ventilation improves oxygenation and respiratory mechanics in patients with high FEV1. *Eur J Anaesthesiol* 2004;21(12):938-43.