

Koroner arter baypas greffleme cerrahisinde pozitif ekspiryum sonu basıncın sağ ventrikül fonksiyonlarına etkisi

The effect of positive end expiratory pressure on right ventricular functions in coronary artery bypass graft surgery

Melis Türker,¹ Aynur Camkıran Fırat,¹ Bahar Pirat,² Atilla Sezgin,³ Arash Pirat¹

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, ¹Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, ²Kardiyoloji Anabilim Dalı, ³Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada koroner arter baypas greffleme yapılan hastalarda pozitif ekspiryum sonu basıncın benek takibi yöntemi ile sağ ventrikül fonksiyonlarına etkisi araştırıldı.

Çalışma planı: Mayıs 2013 - Eylül 2013 tarihleri arasında koroner arter baypas greffleme yapılan toplam 20 hasta (17 erkek, 3 kadın; ort. yaş 59.7±10.5 yıl; dağılım 42-77 yıl) bu prospektif çalışmaya alındı. Mekanik ventilasyon sırasında sternotomi öncesi 5 cmH₂O pozitif ekspiryum sonu basınç ile başlanarak beş dakikalık aralıklarla sırasıyla 10 ve 20 cmH₂O pozitif ekspiryum sonu basınç uygulandı. Her basınç düzeyinde transözofageal ekokardiyografi ile sağ ventrikülün dört boşluk ve iki boşluk görüntüleri kaydedildi. Sağ ventrikül çapı ve hızı, boylamsal gerilme ve gerilme hızı ve sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi hesaplandı.

Bulgular: Ameliyat sırası sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçları ile ortalama kalp hızı ölçümleri her üç pozitif ekspiryum sonu basınç düzeyinde benzerdi. Ortalama sağ ventrikül gerilme değerleri 20 cmH₂O basınçta anlamlı düzeyde düşüktü (her ikisi için de p<0.001). Ortalama gerilme hızı 20 cmH₂O basınçta, 5 cmH₂O basınca kıyasla, anlamlı düzeyde düşüktü (p=0.03). Sağ ventrikül hızının pozitif ekspiryum sonu basınç artışı ile anlamlı oranda azaldığı saptandı (p<0.05). Ortalama sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi 5 ve 10 cmH₂O basınçta (p=0.063) benzer iken, 20 cmH₂O basınçta anlamlı olarak düşüktü (p=0.001). Ortalama sağ ventrikül çapı pozitif ekspiryum sonu basıncın artırılması ile azalırken, bu azalmanın 20 cmH₂O basınçta anlamlı olduğu saptandı (p<0.01).

Sonuç: Çalışma bulgularımız koroner arter baypas greffleme yapılan ve sağ ventrikül fonksiyonları normal olan hastalarda 5, 10 ve 20 cmH₂O pozitif ekspiryum sonu basıncın hemodinamik verilerde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığını; ancak 20 cmH₂O pozitif ekspiryum sonu basıncın transözofageal ekokardiyografi ile değerlendirilen sağ ventrikül fonksiyonlarında azalmaya neden olduğunu göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Koroner arter baypas greffleme; pozitif ekspiryum sonu basınç; sağ ventrikül fonksiyonu; benek takibi ekokardiyografisi.

ABSTRACT

Background: This study aims to investigate the effect of positive end-expiratory pressure on the right ventricular functions by speckle tracking method in patients undergoing coronary artery bypass grafting.

Methods: This prospective study included a total of 20 patients (17 males, 3 females; mean age 59.7±10.5 years; range 42 to 77 years) who underwent coronary artery bypass grafting between May 2013 and September 2013. After initiation of 5 cmH₂O positive end-expiratory pressure during mechanical ventilation before sternotomy, 10 and 20 cmH₂O of positive end-expiratory pressure were applied in five-min intervals, respectively. Four-chamber and two-chamber views of the right ventricle were recorded at each pressure level using transesophageal echocardiography. The right ventricle diameter and velocity, longitudinal strain and strain rate, and right ventricle fractional area change were calculated.

Results: Intraoperative systolic, diastolic, and mean blood pressures and mean heart rate were similar at the three positive end-expiratory pressure levels. The mean right ventricle strain value was significantly lower at 20 cmH₂O pressure (p<0.001 for both). The mean strain rate was significantly lower at 20 cmH₂O pressure, compared to 5 cmH₂O pressure (p=0.03). The right ventricle velocity was found to significantly decreased with increasing positive end-expiratory pressure (p<0.05). The mean right ventricle fractional area change was similar at 5 and 10 cmH₂O pressures (p=0.063), while it was significantly lower at 20 cmH₂O pressure (p=0.001). The mean right ventricle diameter decreased with increasing positive end-expiratory pressure, while this decrease was significant at 20 cmH₂O pressure (p=0.01).

Conclusion: Our study results show that 5, 10, and 20 cmH₂O positive end-expiratory pressures does not significantly change hemodynamic data in patients undergoing coronary artery bypass grafting with normal right ventricular functions; however, 20 cmH₂O positive end-expiratory pressure leads to decreased right ventricular functions, as assessed by transesophageal echocardiography.

Keywords: Coronary artery bypass grafting; positive end-expiratory pressure; right ventricular function; speckle tracking echocardiography.



Available online at
www.tgkdc.dergisi.org
doi: 10.5606/tgkdc.dergisi.2017.13267
QR (Quick Response) Code

Geliş tarihi: 16 Mart 2016 Kabul tarihi: 16 Ağustos 2016

Yazışma adresi: Dr. Melis Türker, Medical Park Batıkent Ankara Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Kent Koop Mah. 1868. Sok. No: 15, 06370 Batıkent, Yenimahalle, Ankara, Türkiye.

Tel: 0533 - 328 28 64 e-posta: melisturker@yahoo.com

©2017 Telif hakkı, Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği'ne aittir.

Pozitif ekspirum sonu basınç (positive end-expiratory pressure; PEEP) kritik hasta yönetiminde mekanik ventilasyon uygulamasında akciğer mekanikleri ve gaz değişimindeki etkileri nedeniyle önemli yere sahiptir. Koroner arter baypas greftleme (KABG) cerrahisinde cerrahi sonrası oluşan sağ ventrikül yetmezliği, kardiyopulmoner baypas (KPB)'ın akciğer üzerine bilinen olumsuz etkileri ve cerrahi ile ilişkili faktörler nedeniyle gelişen ameliyat sonrası akciğer komplikasyonları ameliyat sırası morbidite ve mortalite için bağımsız risk faktörüdür.^[1-3]

Akut akciğer hasarında yüksek PEEP düzeyi ödem, inflamasyon ve infiltrasyonun akciğerlerde oluşturduğu etkiyi dengelemesi, alveollerin döngüsel açılıp kapanmasına bağlı hasarı önlemesi, recruitment sağlaması, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRK) normal seviyede tutması açısından önemlidir.^[4] Oksijenasyonu iyileştirici etkisinin yanı sıra yüksek düzeydeki PEEP uygulamasının hemodinamik ve kardiyak açıdan etkilerinin bilinmesi önemlidir.

Uygun PEEP seviyeleri hem solunum mekaniklerini hem de hemodinamik parametreleri olumlu yönde etkilerken yetersiz veya aşırı uygulanan PEEP seviyeleri kardiyopulmoner sistem için zararlı olabilir. Pozitif ekspirum sonu basınç toraks içi basıncı artırmakta ve ventrikül kompliyansını, venöz dönüşü, sağ ve sol ventrikül ön yükünü azaltarak kalp debisinde düşüşe yol açmaktadır.^[5] Pozitif ekspirum sonu basıncın sağ ventriküle olan etkisi ise normal FRK'ye bağlı olarak akciğer volümünü nasıl değiştirdiğine, hipoksik vazokonstriktör yanıtı ve pulmoner arteriyel basınç değişimine bağlıdır.^[6]

Transözofageal ekokardiyografi (TÖE) ameliyathanedede, özellikle kalp cerrahisi ameliyatlarında, ameliyat sırası süreçte ve yoğun bakımda kardiyak cerrahi geçiren ve geçirmeyen olgularda bölgesel ve global ventrikül fonksiyonunu izlemek amacıyla kullanılmaktadır. Benek takibi, ekokardiyografi ile kantitatif ve objektif olarak global ve bölgesel miyokardın değerlendirilmesini sağlayan yeni geliştirilmiş ultrason görüntüleme yöntemidir.^[7] Ekokardiyografik olarak ölçülen gerilme (strain) ve gerilme hızı sistol ve diyastol süresince miyokard kasılması ile ilgili direkt bilgi sağlar.^[8]

Koroner arter baypas greftleme cerrahisi sonrası kardiyak ve solunumsal komplikasyonların azaltılması açısından PEEP ve sağ ventrikül ilişkisini tanımlamak önemlidir. Akciğer mekanikleri ve kalp fonksiyonunu araştıran pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen ekokardiyografik olarak ventrikül fonksiyonları ile mekanik ventilasyon ilişkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmada KABG cerrahisinde uygu-

lanan PEEP'in benek takibi yöntemi ile sağ ventrikül fonksiyonlarına etkisinin araştırılması amaçlandı.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Mayıs 2013 - Eylül 2013 tarihleri arasında koroner arter baypas greftleme cerrahisi planlanan hastalardan kalp yetmezliği (Ejeksiyon fraksiyonu <40), ciddi kalp kapak hastalığı, ritim bozukluğu, pulmoner hipertansiyonu, ciddi kronik obstrüktif akciğer hastalığı, organ yetmezliği bulunan, Amerikan Anestezistler Derneğinin (American Society of Anesthesiologists; ASA) 4 olan, ameliyat sırasında komplikasyon gelişen ve cerrahi başlangıcında hemodinamisi stabil olmayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Dışlama kriterleri sonrası kalan 20 hasta (17 erkek, 3 kadın; ort. yaş 59.7±10.5 yıl; dağılım 42-77 yıl) bu prospektif çalışmaya alındı. Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma ve Etik Kurulları'ndan (KA 13/22 numaralı proje) onay alınmış ve çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkeleri uyarınca gerçekleştirilmiştir.

Ameliyat odasında rutin hasta monitörizasyonu (santral venöz kateterizasyon, invaziv arter monitörizasyonu, 5 derivasyon elektrokardiyografi, pulse oksimetre) yapıldıktan sonra fentanil 5 mcg/kg'a ve midazolam 0.1 mg/kg'a tamamlandı ve veküronyum 0.1 mg/kg ile kas gevşemesi sağlandı. Entübasyon sonrası 5 cmH₂O PEEP, 6-8 mL/kg tidal volüm, 10-15 soluk/dakika ve %50 oksijen ile mekanik ventilasyon uygulandı. Solunum sayısı end-tidal CO₂ değeri 30-40 mmHg olacak şekilde ayarlandı. Hastaların ameliyat öncesinde demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, kilo, ek sistemik hastalıklar), ameliyat öncesi laboratuvar değerleri (kan üre nitrojeni, kreatinin, alanin transaminaz, aspartat aminotransferaz, serum elektrolitleri, hemoglobin), ekokardiyografik verileri [sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi (right ventricle fractional area of change; RVFAC)], sağ ventrikül hızı (velocity), sağ ventrikül çapı ve sağ ventrikül gerilmesi], ameliyat sırasındaki hemodinamik değerleri (sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı, ortalama kan basıncı, nabız), kan gazı ölçüm değerleri, anestezi süresi, cerrahi süresi, KPB süresi, aort klemp süresi ile hastanede ve yoğun bakımda kalış süreleri kaydedildi.

Anestezi indüksiyonu, endotrakeal entübasyon ve santral venöz kateterizasyon gerçekleştirildikten sonra GE Vivid 7'ye ait 6T; 2.9-7.0 MHz multiplane erişkin TÖE probu yerleştirildi. Analizleri gerçekleştirmek üzere sağ ventrikülün dört boşluk ve iki boşluk görüntüleri kaydedildi.

Entübasyon sonrası ayarlanan 5 cmH₂O PEEP değerinde alınan ilk TÖE görüntülerinden sonra PEEP değeri sırasıyla 10 ve 20 cmH₂O olacak şekilde ayarlandı.

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri

| | Sayı | Yüzde | Ort.±SS |
|-------------------------------|------|-------|-----------|
| Yaş (yıl) | | | 59.7±10.5 |
| Ağırlık (kg) | | | 83.3±17.1 |
| Eşlik eden hastalıklar | | | |
| Hipertansiyon | 14 | 70 | |
| Diyabetes mellitus | 5 | 25 | |
| Hiperlipidemi | 11 | 55 | |
| Obezite | 4 | 20 | |
| Sigara kullanımı | 13 | 65 | |
| Miyokard enfarktüsü | 4 | 20 | |
| Ejeksiyon fraksiyonu (%) | | | 57.9±9.4 |
| Pulmoner arter basıncı (mmHg) | | | 30.0±14.1 |

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma.

Her PEEP seviyesinde beş dakikalık stabilizasyon süresini takiben aynı görüntüler tekrar kaydedildi. Stabilizasyon süreleri içerisinde çalışma protokolünden bağımsız olarak hemodinamisi bozulan ve yüksek doz inotrop ihtiyacı olan veya hipoksemi gelişen hastalarda çalışma sonlandırıldı.

Transözofageal ekokardiyografi ile elde edilen görüntülerden daha sonra sağ ventrikül çapı ve RVFAC ölçümleri ile GE Echo PAC Clinical Workstation Software (GE Healthcare, Horten, Norway) programı ile sağ ventrikül, gerilme, gerilme hızı ile ventrikül hızı ölçüm ve hesaplamaları yapıldı.

Çalışmaya dahil edilecek hasta sayısının belirlenmesi için TÖE kayıt arşivimizden bu çalışma için uygun olan 10 hastanın görüntüleri kullanılarak GE-Echo PAC Clinical Workstation Software programı ile sağ ventrikül global gerilmeleri hesaplandı. Bu 10 hasta için hesaplanan sağ ventrikül global gerilme ortalaması %22.2±%3.4 idi. Bu ortalamaya göre $\alpha=0.05$ ve $1-\beta=0.90$ ve başlangıca göre global gerilmenin %20 azalması için çalışmaya 20 hastanın dahil edilmesi gerektiği hesaplandı (<http://biostat.mc.vanderbilt.edu/wiki/Main/PowerSampleSize>). Verilerin istatistiksel analizinde PASW 17.0 versiyon (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanıldı. Başlangıç değerlere göre farklı PEEP seviyelerindeki global gerilme değişiminin analizi için paired t-test ve repeated measures testleri kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri incelendiğinde sigara kullanımı %65, hipertansiyon %70 ve hiperlipidemi %55 sıklıkta saptandı. Hastaların demografik özellikleri ve ameliyat öncesi verileri Tablo 1'de, ameliyat sırası ve ameliyat sonrası verileri Tablo 2'de verilmiştir.

Hastalara ait sistolik kan basıncı ($p=0.918$), diyastolik kan basıncı ($p=0.765$), ortalama kan basıncı ($p=0.808$) ve kalp hızı ($p=0.116$) ölçümlerinin PEEP düzeyindeki artış ile değişmediği saptandı (Tablo 3).

Gerilme değerleri benek takibi yöntemi ile hesaplandı. Sağ ventrikül gerilme değerleri 5, 10 ve 20 cmH₂O PEEP'te sırasıyla %22.9±3.1; %23.8±2.6 ve %18.9±2.7; $p>0.05$ olarak saptandı.

20 cmH₂O PEEP'teki gerilme değerinin 5 ve 10 cmH₂O PEEP'teki ölçümlerle karşılaştırıldığında anlamlı olarak düşük saptandı (her iki karşılaştırma için $p<0.001$) (Tablo 4).

Gerilme hızı benek takibi yöntemi ile 5, 10 ve 20 cmH₂O PEEP için sırasıyla 1.2±0.2 saniye⁻¹, 1.2±0.2 saniye⁻¹ ve 1.0±0.3 saniye⁻¹ olarak ölçüldü. Gerilme hızı ölçümleri 20 cmH₂O PEEP düzeyinde, 5 cmH₂O PEEP düzeyi ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak düşük bulundu (5 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında $p=0.03$).

Sağ ventrikül hızı benek takibi yöntemi ile 5, 10 ve 20 cmH₂O PEEP'te 8.0±1.7 cm/saniye, 7.2±1.4 cm/saniye ve 5.8±1.6 cm/saniye ölçüldü. Sağ ventrikül hızının PEEP seviyesindeki artış ile azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu

Tablo 2. Hastaların ameliyat sırası ve ameliyat sonrası verileri

| | Ort.±SS |
|--|------------|
| Anestezi süresi (dakika) | 278.5±47.9 |
| Kardiyopulmoner baypas süresi (dakika) | 83.4±25.3 |
| Aort klemp süresi (dakika) | 47.0±13.1 |
| Entübasyon süresi (saat) | 13.2±5.4 |
| Yoğun bakımda kalış süresi (gün) | 2.8±1.4 |
| Hastanede kalış süresi (gün) | 6.5±2.6 |

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma.

Tablo 3. Hastaların farklı pozitif ekspirium sonu basınç seviyelerindeki hemodinamik parametreleri

| | 5 cmH ₂ O PEEP | 10 cmH ₂ O PEEP | 20 cmH ₂ O PEEP | p |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| | Ort.±SS | Ort.±SS | Ort.±SS | |
| Sistolik arter kan basıncı (mmHg) | 102.3±16.4 | 101.4±16.1 | 102.8±12.2 | 0.918 |
| Diastolik arter kan basıncı (mmHg) | 57.3±12.4 | 55.4±9.8 | 56.2±11.7 | 0.765 |
| Ortalama arter kan basıncı (mmHg) | 72.3±12.6 | 55.4±9.8 | 71.7±11.1 | 0.808 |
| Kalp hızı (atım/dakika) | 59.5±11.8 | 60.6±11.0 | 64.5±13.3 | 0.116 |

PEEP: Pozitif ekspirium sonu basınç; Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; Tüm ölçümler arası karşılaştırmalar için p>0.05.

saptandı (5 ve 10 cmH₂O PEEP karşılaştırıldığında p=0.04; 5 ve 20 cmH₂O PEEP karşılaştırıldığında p<0.001; 10 ve 20 cmH₂O PEEP karşılaştırıldığında p=0.002).

Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi 10 cmH₂O PEEP'te 5 cmH₂O PEEP'e kıyasla daha düşük hesaplandı; ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (sırasıyla %44.3±5.4 ve %41.8±5.6; p=0.063). 20 cmH₂O PEEP düzeyinde RVFAC (%35.9±4.9) 5 ve 10 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında daha düşük hesaplandı. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu (5 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında p=0.001 ve 10 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında p<0.001).

Sağ ventrikül çapı 5 cmH₂O PEEP'te 3.9±0.4 cm, 10 cmH₂O PEEP'te 3.8±0.3 cm ve 20 cmH₂O PEEP'te 3.7±0.4 cm ölçüldü. Pozitif ekspirium sonu basınç düzeyindeki artış ile azaldığı, bu azalmanın 20 cmH₂O PEEP'te 5 ve 10 cmH₂O PEEP ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı (sırasıyla 5 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında p=0.001 ve 10 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında p=0.004).

TARTIŞMA

Çalışmamızda KABG cerrahisi planlanan ve sağ ventrikül fonksiyonları normal olan hastalarda PEEP artışının sağ ventrikül fonksiyonuna etkisi TÖE ile elde edilen görüntülerden gerilme ve gerilme hızı,

ventrikül hızı hesaplamaları ile RVFAC ve sağ ventrikül çapı ölçümleri ile değerlendirildi. Sağ ventrikül fonksiyonunun 20 cmH₂O PEEP ile anlamlı olarak azaldığı, öte yandan kan basıncı ve kalp hızının PEEP artışından etkilenmediği saptandı.

Koroner arter baypas greftleme cerrahisi ve yoğun bakım yönetimindeki gelişmelere rağmen ameliyat sonrası akciğer komplikasyonlarına bağlı mortalite ve morbidite sık gözlenmektedir. Koroner arter baypas greftleme cerrahisi sonrası akciğerlerde hasar oluşum mekanizması çok faktörlüdür. Kardiyopulmoner baypasa bağlı sistemik enflamatuvar yanıt sendromu (systemic inflammatory response syndrome; SIRS) en sık neden iken cerrahiye bağlı faktörler (sternotomi ve plevranın açılması gibi), genel anestezi ve yapılan transfüzyonlar akciğerlerde hasara yol açan diğer nedenlerdir.^[9] Pozitif ekspirium sonu basınç uygulaması ile ödem, inflamasyon ve infiltrasyon sonucu azalan akciğer volümü dengelenmekte ve FRK korunmakta, ameliyat sonrası atelektazilerin önlenmesi ve alveoler arteriyel oksijen farkının azalması ile oksijenizasyonda iyileşme ve ameliyat sonrası akciğer komplikasyonlarında azalma sağlanmaktadır.

Oksijenizasyonu iyileştirici etkisinin yanı sıra yüksek düzeydeki PEEP uygulamasının hemodinamik ve kardiyak açıdan etkilerinin bilinmesi önemlidir. İlk kez Cournand ve Motley^[5] pozitif basınçlı ventilasyon uygulanması ile kalp debisinin azaldığını göstermiştir.

Tablo 4. Hastaların farklı pozitif ekspirium sonu basınç seviyelerindeki ekokardiyografik sağ ventrikül fonksiyonu ölçüm ve hesaplamaları

| | 5 cmH ₂ O PEEP | 10 cmH ₂ O PEEP | 20 cmH ₂ O PEEP |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Ort.±SS | Ort.±SS | Ort.±SS |
| Gerilme (%) | 22.9±3.1 | 23.8±2.6 | 18.9±2.7* |
| Gerilme hızı (1/saniye) | 1.2±0.2 | 1.1±0.2 | 1.0±0.3** |
| Ventrikül hızı (cm/saniye) | 8.0±1.7 | 7.2±1.4** | 5.8±1.6* |
| RVFAC (%) | 44.3±5.4 | 41.8±5.6 | 35.9±5.0* |
| Sağ ventrikül çapı (cm) | 3.9±0.4 | 3.9±0.4 | 3.7±0.4* |

PEEP: Pozitif ekspirium sonu basınç; Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; * Diğer iki pozitif ekspirium sonu basınç değerindeki ölçümler ile karşılaştırıldığında p<0.05; ** Beş cmH₂O pozitif ekspirium sonu basınç ile karşılaştırıldığında p<0.05; RVFAC: Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi.

Literatürdeki çalışmalarda PEEP uygulaması ile sağ ventrikül fonksiyonunda iyileşme,^[10] azalma^[11,12] veya etkilenmemesi^[11] gibi farklı sonuçlar bildirilmiştir. Pozitif ekspiryum sonu basıncın sağ ventriküle olan etkisi normal FRK'ye bağlı olarak akciğer volümünü nasıl değiştirdiğine, hipoksik vazokonstrüktör yanıtı ve pulmoner arteriyel basınç değişimine bağlıdır.^[6] Luecke ve ark.^[13] sağ ventrikül diyastol sonu volümünün ve sağ ventrikül atım fraksiyonunun 20 cmH₂O PEEP ile korunduğunu göstermişlerdir. Cheatham ve ark.^[14] akut respiratuar distress sendromlu (ARDS) hastalarda yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar saptanmıştır. Fellahi ve ark.^[15] yoğun bakımda mekanik ventilatördeki hastalarda TÖE ile kalp fonksiyonları ile PEEP düzeyi ilişkisini araştırdıkları çalışmada PEEP'in sol ventrikül önyükünü azalttığını, yüksek PEEP basıncında ise pleural basınç artışı nedeni ile sol ventrikül ardyükünü azalttığını saptanmıştır.

Kalp hızı PEEP düzeyinden genellikle etkilenmemekte, kalp debisindeki azalmanın temel nedeni olarak sol ventrikül atım volümündeki azalma gösterilmektedir.^[6] Koroner arter baypas greftleme cerrahisi hastalarında anestezi induksiyonunu takiben kaydedilen sistolik, diyastolik, ortalama kan basınçlarının ve kalp hızının 5, 10 ve 20 cmH₂O PEEP'te sabit kaldığı saptandı. Çalışma hastalarında çalışma protokolüne bağlı komplikasyon gözlenmezken, 20 cmH₂O düzeyinde PEEP hemodinamik instabiliteye neden olmadan güvenle uygulandı.

Mekanik ventilasyon stratejilerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra uygunsuz PEEP'in kardiyopulmoner sistem üzerinde olumsuz etkileri de olabilmektedir. Bu nedenle uygun PEEP seviyesinin belirlenerek uygulanması önemlidir. Pozitif ekspiryum sonu basıncın kardiyak etkilerinin etkin bir şekilde izlenmesi, bu uygulamanın olumsuz etkilerinden kaçınırken olumlu etkilerinden yararlanma olanağı sağlayacaktır.

Kalp cerrahisi hastalarında transtorasik ekokardiografiyle kıyaslandığında ameliyat sırası daha kolay uygulanabilmesi, daha net görüntü sağlaması ve cerrahiye engel olmaması gibi nedenlerle TÖE tercih edilmektedir. Transözofageal ekokardiografi kalp cerrahisi anestesizinde ameliyat sırası ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilerek kritik hastaların ameliyat sırasında daha etkin yönetimine olanak sağlamaktadır. Koroner arter baypas greft hastalarında ameliyat sırasında uygulanan TÖE ile erken dönemde ventrikül fonksiyonları ile ilgili bilgi edinmek ve oluşabilecek komplikasyonları en aza indirmek mümkün olmaktadır. Çalışmamızda sağ ventrikül fonksiyonunun değerlendirmesi, ameliyat sırasında TÖE ile dört boşluk ve iki boşluk görüntülerden elde ettiğimiz veriler doğrultusunda gerçekleştirildi.

Çalışmamızda sağ ventrikül gerilme, gerilme hızı, ventrikül hızı ve RVFAC hesaplamalarının 10 cmH₂O PEEP seviyesinde 5 cmH₂O PEEP ile aynı olduğu, 20 cmH₂O PEEP düzeyine çıkıldığında ölçülen bu değerlerin azaldığı saptandı. Mekanik ventilatördeki hastalarda PEEP seviyesinin 15 cmH₂O'ya çıkarılması ile sağ ventrikül gerilmesinin azaldığı bildirilmiştir.^[14] Bizim KABG cerrahisi hastaları ile yaptığımız bu çalışmada benek takibi yöntemi ile hesaplanan sağ ventrikül gerilmesi 5 ve 10 cmH₂O PEEP'te sabit iken 20 cmH₂O PEEP'te düşük bulundu. Jardin ve ark.^[16] akut solunum yetmezliği olan hastalarla yaptıkları bir çalışmada 10 ve 20 cmH₂O PEEP'te RVFAC'de anlamlı azalma saptamışlardır. Çalışmamız bu sonuçları desteklemektedir. Koroner arter baypas greft cerrahisi hastalarında PEEP artışı ile RVFAC'de azalma olduğu saptandı. 5 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında bu azalma 10 cmH₂O PEEP'te istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, 20 cmH₂O PEEP'te bu azalmanın anlamlı olduğu saptandı.

Sağ ventrikül çap ölçümünde 20 cmH₂O PEEP seviyesinde 5 ve 10 cmH₂O PEEP ile karşılaştırıldığında azalma saptandı. Sağ ventrikül fonksiyonunu değerlendirirken kullandığımız parametreler doğrultusunda sağ ventrikül fonksiyonunun PEEP seviyesindeki artış ile azaldığı bulundu. Ancak sağ ventrikül fonksiyonundaki azalma ile sağ ventrikül çap ölçümünde artış olması beklenmektedir. Çalışmamızdaki sağ ventrikül çap ölçümünde anlamlı azalma saptanmış olsa da ölçüm değerleri normal sınırlar içerisindeydi. Yani sağ ventrikül çap ölçümündeki azalma sağ ventrikül fonksiyonundaki azalmayla ilişkili değildi.

Franchi ve ark.^[7] ciddi solunum yetmezliği olan yoğun bakım hastalarında benek takibi analizi ile PEEP seviyesindeki artışın sağ atriyum, sol atriyum ve sağ ventrikül gerilmelerinde azalmaya neden olduğunu, sol ventrikül ön yükünü azaltarak sol ventrikül debisini azalttığını ancak sol ventrikül gerilme değerlerini etkilemediğini göstermişlerdir. Pozitif ekspiryum sonu basıncın sağ ventriküle olan etkisi bizim çalışmamızda da benzer saptandı. Biz çalışmamızda ileri kardiyovasküler kateterizasyon yöntemleriyle hemodinamik ölçümleri ve Doppler ekokardiografiyi uygulamadık. Bu parametrelerin değerlendirilmesi benek takibi ile yapılan analizlerin güvenilirliğini artırabilirdi.

Benek takibi yönteminin uygulamasında sınırlılıklar da vardır. Tek miyokardiyal döngüde normal elektrokardiografi ritmine bağlı analiz yapan bir program olması nedeniyle aritmisi olan hastalarda uygulanamamaktadır.^[17] Endokard sınırının belirlenmesinde aynı görüntüden tekrarlanan değerlendirmelerde bile farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle

bizim çalışmamızda tek uygulayıcı tarafından üç farklı görüntüden elde edilen ölçüm değerlerinin ortalamasını alınarak hata payı en aza indirilmeye çalışıldı.

Sonuç olarak, çalışmamızın sonuçları doğrultusunda koroner arter baypas greft cerrahisi geçiren normal ventrikül fonksiyonlu hastalarda pozitif ekspirium sonu basınç düzeyinde 20 cmH₂O'ya kadar olan artışın hemodinamiyi değiştirmeden sağ ventrikül fonksiyonlarında azalmaya neden olduğu saptandı. Çalışmamız sonuçları ve literatür doğrultusunda 20 cmH₂O pozitif ekspirium sonu basınç koroner arter baypas greft cerrahisi hastalarında dikkatle kullanılmalıdır.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Taylor GJ, Mikell FL, Moses HW, Dove JT, Katholi RE, Malik SA, et al. Determinants of hospital charges for coronary artery bypass surgery: the economic consequences of postoperative complications. *Am J Cardiol* 1990;65:309-13.
2. Roshanali F, Yousefnia MA, Mandegar MH, Rayatzadeh H, Alinejad S. Decreased right ventricular function after coronary artery bypass grafting. *Tex Heart Inst J* 2008;35:250-5.
3. Tousignant C, Desmet M, Bowry R, Harrington AM, Cruz JD, Mazer CD. Speckle tracking for the intraoperative assessment of right ventricular function: a feasibility study. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010;24:275-9.
4. Maggiore SM, Jonson B, Richard JC, Jaber S, Lemaire F, Brochard L. Alveolar derecruitment at decremental positive end-expiratory pressure levels in acute lung injury: comparison with the lower inflection point, oxygenation, and compliance. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:795-801.
5. Cournand A, Motley HL. Physiological studies of the effects of intermittent positive pressure breathing on cardiac output in man. *Am J Physiol* 1948;152:162-74.
6. Luecke T, Pelosi P. Clinical review: Positive end-expiratory pressure and cardiac output. *Crit Care* 2005;9:607-21.
7. Franchi F, Faltoni A, Cameli M, Muzzi L, Lisi M, Cubattoli L, et al. Influence of positive end-expiratory pressure on myocardial strain assessed by speckle tracking echocardiography in mechanically ventilated patients. *Biomed Res Int* 2013;2013:918548.
8. Marshall BE, Marshall C, Frasch F, Hanson CW. Role of hypoxic pulmonary vasoconstriction in pulmonary gas exchange and blood flow distribution. 1. Physiologic concepts. *Intensive Care Med* 1994;20:291-7.
9. Kilpatrick B, Slinger P. Lung protective strategies in anaesthesia. *Br J Anaesth* 2010;105:108-16.
10. Scharf SM, Brown R. Influence of the right ventricle on canine left ventricular function with PEEP. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1982;52:254-9.
11. Santamore WP, Bove AA, Heckman JL. Right and left ventricular pressure-volume response to positive end-expiratory pressure. *Am J Physiol* 1984;246:114-9.
12. Tittley JG, Fremes SE, Weisel RD, Christakis GT, Evans PJ, Madonik MM, et al. Hemodynamic and myocardial metabolic consequences of PEEP. *Chest* 1985;88:496-502.
13. Luecke T, Roth H, Herrmann P, Joachim A, Weisser G, Pelosi P, et al. Assessment of cardiac preload and left ventricular function under increasing levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Med* 2004;30:119-26.
14. Cheatham ML, Nelson LD, Chang MC, Safcsak K. Right ventricular end-diastolic volume index as a predictor of preload status in patients on positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 1998;26:1801-6.
15. Fellahi JL, Valtier B, Beauchet A, Bourdarias JP, Jardin F. Does positive end-expiratory pressure ventilation improve left ventricular function? A comparative study by transesophageal echocardiography in cardiac and noncardiac patients. *Chest* 1998;114:556-62.
16. Jardin F, Vieillard-Baron A. Right ventricular function and positive pressure ventilation in clinical practice: from hemodynamic subsets to respirator settings. *Intensive Care Med* 2003;29:1426-34.
17. Mondillo S, Galderisi M, Mele D, Cameli M, Lomoriello VS, Zacà V, et al. Speckle-tracking echocardiography: a new technique for assessing myocardial function. *J Ultrasound Med* 2011;30:71-83.