

Efek Pemberian *Positive End Expiratory Pressure* 5 cmH₂O terhadap Perubahan Nilai *Forced Expiratory Volume* in 1 Second dan *Forced Vital Capacity* pada Pasien Pascaoperasi Ortopedi

Mohamad Rizki Dwikane,^{1,2} Ezra Oktaliansah,² Dhany Budipratama²

¹Rumah Sakit Umum Daerah Sumedang, Indonesia

²Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif

Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran/RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung, Indonesia

Abstrak

Prinsip *lung protective ventilation* merupakan strategi ventilasi intraoperasi yang direkomendasikan untuk mencegah komplikasi paru pascaoperasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui efek pemberian PEEP 5 cmH₂O terhadap nilai FEV1 dan FVC pada pasien pascaoperasi ortopedi. Penelitian dilakukan terhadap 54 pasien yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok PEEP 5 dan kelompok kontrol (PEEP 0). Penelitian eksperimental ini menggunakan desain *single-blind randomized controlled trial* dan melibatkan 54 pasien yang dilakukan operasi ortopedi di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung pada bulan Oktober 2021–Januari 2022. Analisis statistik menggunakan uji T tidak berpasangan dan Uji Mann-Whitney. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada kelompok PEEP 5 terjadi penurunan nilai FEV1 lebih rendah dengan rerata $-0,17 \pm 0,123$ dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0) sebesar $-0,49 \pm 0,237$. Pada kelompok PEEP 5 terjadi penurunan nilai FVC yang lebih rendah dengan rerata $-0,20 \pm 0,132$ dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0) sebesar $-0,60 \pm 0,23$. Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok PEEP 5 dan PEEP 0 ($p < 0,05$). Simpulan penelitian ini adalah perubahan penurunan nilai FEV1 dan FVC pada pasien pascaoperasi ortopedi dengan pemberian PEEP 5 cmH₂O lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0).

Kata kunci: FEV1, FVC, *lung protective ventilation*, PEEP, spirometri

Effects of Positive End Expiratory Pressure cmH₂O on Changes in Forced Expiratory Volume in 1 Second and Forced Vital Capacity Values in Post Orthopedic Surgery Patients

Abstract

The principle of protective lung ventilation is the recommended ventilation strategy to prevent postoperative pulmonary complications. This study aimed to determine the effect of Positive End Expiratory Pressure (PEEP) 5 cmH₂O on Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1) and Forced Vital Capacity (FVC) post orthopedic surgery patients. The study was conducted on 54 patients divided into two groups: the PEEP 5 group and the control group (PEEP 0). This experimental study used a single-blind randomized controlled trial design involving 54 patients undergoing orthopedic surgery at dr. Hasan Sadikin General Hospital Bandung between October 2021–January 2022. Statistical analysis was performed using the unpaired T-test and Mann-Whitney test. Study results revealed that in the PEEP 5 group, there was a smaller decrease of FEV1 values, with an average of -0.17 ± 0.12 compared to the control group (PEEP 0) of -0.49 ± 0.23 . In the PEEP 5 group, there was a smaller decrease in the FVC value with an average of -0.20 ± 0.13 compared to the control group (PEEP 0) of -0.60 ± 0.23 . There was a statistically significant difference between the PEEP 5 and PEEP 0 groups with ($p < 0.05$). This study concludes that the decrease in FEV1 and FVC values in post orthopedic surgery patients with PEEP 5 cmH₂O is lower than the control group (PEEP 0).

Keywords: FEV1, FVC, *lung protective ventilation*, PEEP, spirometry

Korespondensi: Mohamad Rizki Dwikane, dr., SpAn, RSUD Sumedang, Jl. Palasari No.80/Jl. Prabu Geusan Ulun No.41, Kotakulon, Sumedang Selatan Jawa Barat, Indonesia Telp. 0261- 201021, Email: dwikane@gmail.com

Pendahuluan

Jumlah pasien yang menjalani pembedahan di seluruh dunia diperkirakan lebih dari 234 juta pasien per tahun. Insidensi komplikasi paru pascaoperasi pada anestesi umum berkisar 5% hingga 10%. Atelektasis merupakan penyebab utama komplikasi paru pascaoperasi yang dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas, memperpanjang lama rawat, serta meningkatkan pemakaian fasilitas kesehatan di rumah sakit sehingga biaya perawatan menjadi lebih besar.¹

Prosedur ventilasi mekanik pada anestesi umum memiliki potensi bahaya bila tidak dilakukan dengan benar. Ventilasi mekanik dapat menyebabkan *ventilator induced lung injury* yang pada akhirnya menyebabkan atelektasis.¹

Prinsip *lung protective ventilation* menggunakan volume tidal rendah dan pemberian *positive end expiratory pressure* (PEEP) baru dipopulerkan pada pedoman tata laksana *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) di ICU. Prinsip *lung protective ventilation* di kamar operasi mulai banyak diteliti manfaatnya dalam beberapa tahun terakhir, namun belum banyak diadopsi oleh ahli anestesi di dunia. Hal ini didasarkan atas beberapa alasan di antaranya pasien yang dilakukan operasi hanya menjalani periode ventilasi mekanik jangka pendek, penyapihan ventilasi mekanik lebih mudah dilakukan setelah anestesi umum dibanding dengan pasien yang dirawat di ICU, dan komplikasi paru akibat pengaturan ventilator intraoperasi baru terjadi pada hari pertama pascaoperasi dengan insidensi tertinggi terjadi pada hari ke-3.³

Pemberian PEEP merupakan strategi ventilasi intraoperasi yang direkomendasikan untuk menurunkan insidensi komplikasi paru pascaoperasi dengan anestesi umum seperti atelektasis.^{1,2} Sejumlah penelitian membuktikan bahwa penggunaan ventilasi mekanik berpotensi memperparah atau bahkan menyebabkan kerusakan paru.⁴ Penggunaan PEEP yang tinggi ternyata memiliki efek negatif akibat distensi berlebihan

alveolar pada akhir inspirasi, aliran udara intrapulmonal memburuk, resistensi vaskular paru, gangguan hemodinamik memburuk, dan penurunan drainase limfatik pada paru sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada paru. Pemberian volume tidal rendah (6–8 mL/kgBB) diketahui dapat menurunkan insidensi komplikasi paru pascaoperasi, namun pemberian tingkat PEEP yang optimal masih menjadi bahan perdebatan.^{5,6}

Penelitian di Prancis menunjukkan masih banyak (sampai 80%) penggunaan ventilasi mekanik di kamar operasi dengan volume tidal tinggi (>10 mL/kgBB) tanpa pemberian PEEP dan masih jarang (sekitar 4%) penggunaan volume tidal rendah yang dikombinasikan dengan pemberian PEEP ≥ 5 cmH₂O pada pasien yang dilakukan operasi dengan anestesi umum.³

Penurunan fungsi paru pascaoperasi dapat dinilai dari penurunan *forced vital capacity* (FVC) dan *forced expiratory volume in one second* (FEV1) pada spirometri.^{7,8} Beberapa penelitian melakukan penilaian spirometri pada pasien pascaoperasi abdomen seperti laparotomi mengakibatkan bias pada studi tersebut karena terdapat nyeri pascaoperasi yang berkontribusi menghasilkan gambaran sindrom restriktif respirasi.⁹

Pemberian PEEP pada pasien yang menjalani operasi dengan anestesi umum saat ini bukan merupakan prosedur rutin di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin (RSHS) Bandung. Penelitian yang kami lakukan terbatas pada operasi ortopedi sehingga menghindari ketidaknyamanan pada pasien dan bias akibat rasa nyeri di daerah abdomen pascaoperasi. Penelitian ini bertujuan membandingkan pemberian PEEP 5 cmH₂O dengan PEEP 0 cmH₂O terhadap perubahan nilai FEV1 dan FVC pada pasien pascaoperasi ortopedi.

Subjek dan Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental *single-blinded randomized controlled trial* pada pasien yang menjalani

operasi elektif ortopedi dengan anestesi umum di *Central Operating Theatre* (COT) Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin Bandung yang ditentukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Januari 2022. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Rumah sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung/Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran No: LB.02.01/X.6.5/265/2021. Semua subjek yang berpartisipasi dalam penelitian ini telah menandatangani surat persetujuan.

Kriteria inklusi penelitian ini adalah usia antara 18 sampai 60 tahun dan indeks massa tubuh (IMT) < 35 kg/m². Kriteria eksklusi penelitian ini adalah tidak dapat berkomunikasi secara efektif; spirometri preoperasi restriktif sedang dan berat; pembedahan pada kepala, rongga mulut, wajah, leher, dan saluran pernapasan; riwayat asma dan penyakit obstruktif kronis; membutuhkan perawatan intensif pascaoperasi, dan kesulitan jalan napas atau gangguan anatomis dalam pemeriksaan spirometri. Pasien dikeluarkan dari penelitian ini jika operasi berlangsung kurang dari 2 jam atau pasien tidak stabil selama operasi.

Perhitungan ukuran sampel untuk membandingkan rerata dilakukan dengan formula besar sampel untuk studi analitik kategorik numerik tidak berpasangan dengan interval kepercayaan 95% dan kekuatan 80%. Jumlah sampel minimal pada setiap kelompok adalah 27 subjek sehingga jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 54 subjek. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *consecutive sampling* dan alokasi subjek ke dalam salah satu kelompok perlakuan dilakukan dengan metode permutasi blok. Subjek yang sesuai dengan kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi dibagi secara acak menjadi dua kelompok, yaitu kelompok PEEP 5 dan PEEP 0 menggunakan program komputer.

Satu hari sebelum dilakukan operasi, semua subjek dilakukan pemeriksaan spirometri preoperasi. Sebelum induksi anestesi dilakukan preoksigenasi selama 3 menit dengan oksigen 100%. Semua subjek

penelitian diinduksi dengan fentanil 2 µg/kgBB, propofol 2 mg/kgBB, dan atrakurium 0,5 mg/kgBB. Kemudian dilakukan intubasi *endotracheal tube* sesuai dengan ukuran subjek menggunakan bantuan laringoskop. Pemeliharaan anestesi diberikan sevofluran 2–3 vol % dalam campuran udara dan oksigen 50:50 dan atrakurium (0,1 mg/kgBB) setiap 1 jam selama operasi.

Kelompok perlakuan menerima PEEP 5 cmH₂O dengan volume tidal 6–8 mL/kgBB, rasio inspirasi terhadap ekspirasi (I:E) 1:2 dan laju pernapasan ditetapkan dengan target volume semenit 100 mL/kgBB dengan menjaga normokapnia (EtCO₂ 30–40 mmHg). Pasien pada kelompok kontrol diberikan nol PEEP (PEEP 0) dengan pengaturan ventilator yang sama kecuali penerapan PEEP. Dua puluh empat jam setelah operasi setiap subjek dilakukan pemeriksaan spirometri pascaoperasi.

Analisis data dilakukan menggunakan *statistical product and service solution* (SPSS) versi 24.0 for windows. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk atau Kolmogorov Smirnov. Perbandingan sosiodemografi dari kedua kelompok dilakukan menggunakan uji t tidak berpasangan dan Uji Mann-Whitney. Analisis statistik untuk data kategorik dilakukan menggunakan uji *chi-square*, *Fisher Exact*, dan Kolmogorov-Smirnov. Hasil disimpulkan sebagai signifikan secara statistik jika nilai p < 0,05.

Hasil

Karakteristik subjek penelitian antara kedua kelompok berdasarkan usia, jenis kelamin, klasifikasi status *American Society of Anesthesiologists* (ASA), dan skala nyeri pascaoperasi (NRS) tidak didapatkan perbedaan signifikan (p > 0,05; Tabel 1).

Nilai rerata FEV₁ preoperasi dan rerata FVC preoperasi antara kelompok PEEP 5 dan kelompok kontrol tidak didapatkan perbedaan signifikan secara statistik (p > 0,05; Tabel 1). Rerata FEV₁ pascaoperasi pada kelompok PEEP 5 adalah 2,36 ± 0,545 lebih besar

Tabel 1 Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Kelompok		Nilai p
	PEEP 5 (n=27)	PEEP 0 (n=27)	
Usia (tahun)			
Rerata±SD	30,11±11,527	29,52±11,470	0,849
Jenis kelamin			
Laki-laki	21	19	0,535
Perempuan	6	8	
ASA			
I	22	23	1,000
II	5	4	
IMT (kg/m ²)			
Rerata±SD	22,20±3,476	23,43±3,655	0,213
NRS pascaoperasi			
Median (min.-maks.)	2,00 (0,00–2,00)	2,00 (0,00–2,00)	0,688
Lama operasi (jam)			
Rerata±SD	3,18±0,653	3,05±0,651	0,431
FEV1 preoperasi (liter)			
Rerata±SD	2,53±0,558	2,48±0,625	0,744
FVC preoperasi (liter)			
Rerata±SD	2,90±0,688	2,89±0,769	0,856

Keterangan: Data numerik dinyatakan sebagai rerata ± standar deviasi dan median (min.-maks.) sedangkan data kategorik dinyatakan sebagai angka. Nilai kemaknaan berdasarkan nilai $p < 0,05$. Tanda * menunjukkan nilai $p < 0,05$ artinya signifikan atau bermakna secara statistik. Singkatan ASA: *American Society of Anesthesiologist*; IMT: Indeks massa tubuh; FEV1: *forced expiratory volume in 1 second*, FVC: *forced vital capacity*; PEEP: *positive end expiratory pressure*; NRS: *Numeric rating scale*

dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0) yaitu $1,99 \pm 0,622$. Rerata FVC pascaoperasi pada kelompok PEEP 5 adalah $2,70 \pm 0,652$ lebih besar dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0), yaitu $2,29 \pm 0,713$. Analisis statistik menunjukkan bahwa perbandingan FEV1 dan FVC pascaoperasi antara kelompok PEEP 5 dan kelompok kontrol (PEEP 0) didapatkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$; Tabel 2).

Pada kelompok PEEP 5, delta FVC dan FEV1 mengalami penurunan rerata lebih kecil (rerata penurunan delta FVC $0,20 \pm 0,132$ dan rerata delta FEV1 $0,17 \pm 0,123$) dibanding dengan kelompok PEEP 0 (rerata penurunan delta FVC $0,60 \pm 0,237$ dan rerata penurunan delta FEV1

$0,49 \pm 0,237$). Analisis statistik menunjukkan bahwa delta FVC dan FEV1 antara kelompok PEEP 5 dan PEEP 0 didapatkan perbedaan signifikan secara statistik ($p < 0,05$; Tabel 2).

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan nilai FEV1 (delta FEV1) pada kelompok PEEP 5 lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0) yang berbeda bermakna ($p < 0,05$; Tabel 2). Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di China tahun 2015 yang membandingkan pemberian PEEP dengan dan tanpa PEEP yang menyatakan bahwa pemberian PEEP dapat mencegah

Tabel 2 Perubahan Nilai FEV1, FVC, Delta FEV1, dan Delta FVC Pascaoperasi

Variabel	Kelompok		Nilai
	PEEP 5 (n=27)	PEEP 0 (n=27)	
FEV1 Pascaoperasi (liter)			
Rerata±SD	2,36±0,545	1,99±0,622	0,019*
FVC Pascaoperasi (liter)			
Rerata±SD	2,70±0,652	2,29±0,713	0,025*
Delta FEV1 (liter)			
Rerata±SD	-0,17±0,123	-0,49±0,237	0,0001**
Delta FVC (liter)			
Rerata±SD	-0,20±0,132	-0,60±0,237	0,0001**

Keterangan: Data numerik dinyatakan sebagai rerata ± standar deviasi. Nilai kemaknaan berdasarkan nilai p<0,05. Tanda * menunjukkan nilai p<0,05 artinya signifikan atau bermakna secara statistik. Singkatan FEV1: forced expiratory volume in 1 second, FVC: forced vital capacity; PEEP: positive end expiratory pressure

penurunan fungsi paru yang terlihat dari nilai FEV1 pada pemeriksaan spirometri hari pertama pascaoperasi, penurunannya lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol (PEEP 0). Penurunan nilai FEV1 disebabkan oleh penurunan nilai FVC yang lebih signifikan.²

Hal ini menunjukkan bahwa penurunan fungsi paru pada kelompok yang diberikan PEEP 5 dapat dicegah yang dibuktikan oleh nilai FVC yang mengalami penurunan lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok PEEP 0. Penelitian lain yang sejalan, yaitu penelitian di Amerika yang menunjukkan bahwa pemberian PEEP ≥5 cmH₂O menurunkan risiko komplikasi paru pascaoperasi dalam pemantauan 3 hari pascaoperasi dibanding dengan penggunaan PEEP <5 cmH₂O.¹ Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian lainnya dan mendukung konsep bahwa penggunaan PEEP mencegah pembukaan dan penutupan berulang alveoli yang menyebabkan atelektasis intraoperasi dan atelektasis pascaoperasi.^{4,5,12}

Anestesi umum dapat menyebabkan gangguan fungsi paru dengan mengubah fungsi mekanik sistem pernapasan dan rasio ventilasi/perfusi yang menginduksi atelektasis pada paru.¹⁰ Pengaturan ventilasi mekanik pada anestesi umum tanpa penggunaan PEEP dapat menyebabkan *inflammatory injury* yang

pada akhirnya terbentuk atelektasis, hal ini dapat terjadi bahkan pada pasien yang sehat. Faktor yang berkontribusi dalam proses atelektasis adalah posisi supinasi dan obat-obatan anestesi. Pemberian PEEP bermanfaat karena udara pernapasan dapat menyebar secara homogen hingga ke area terkecil paru. Hal ini akan memperbaiki oksigenasi dan menurunkan *dynamic lung strain*, serta kondisi inflamasi akibat peregangan berlebih dari tekanan ventilasi mekanik. Atelektasis menurunkan komplians paru serta meningkatkan resistensi vaskular paru yang akan menyebabkan *shunting* intrapulmonal sehingga dapat menimbulkan komplikasi paru pascaoperasi. Pemberian PEEP berguna untuk memperbaiki *pulmonary shunting*, membantu otot-otot respirasi dalam menurunkan *work of breathing*, menurunkan jumlah jaringan atelektasis, dan memperbaiki penurunan *functional residual capacity* (FRC).^{9,11}

Pemberian PEEP *moderate* (5–8 cmH₂O) dapat menjaga volume akhir ekspirasi paru dan memperbaiki komplians yang dapat mencegah atelektasis. Atelektasis secara klinis dapat meningkatkan kejadian gagal napas dan pneumonia yang pada akhirnya meningkatkan mortalitas. Oleh karena itu, penggunaan PEEP intraoperasi dapat mengurangi risiko terjadi

komplikasi paru pascaoperasi.^{9,11}

Meskipun hasil penelitian ini dinyatakan signifikan secara statistik, namun relevansi klinisnya masih dapat diperdebatkan karena secara klinis angka yang ditemukan dalam penelitian ini tidak jauh berbeda. Studi menunjukkan bahwa penggunaan PEEP menyebabkan perubahan hemodinamik dan memiliki efek yang terlihat pada aliran balik vena, fungsi ventrikel dan interaksi jantung-paru, namun pada pasien normal, efek samping ini tidak merugikan.¹³ Salah satu keterbatasan penelitian ini adalah tidak menyajikan variabel hemodinamik, namun subjek penelitian ini adalah pasien dengan ASA I/II yang sehat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PEEP secara klinis akan lebih relevan pada pasien bedah dengan gangguan pernapasan seperti sindrom gangguan pernapasan akut atau ketidaksesuaian ventilasi/perfusi sehingga disarankan diteliti lebih lanjut tentang manfaat penggunaan PEEP.

Keterbatasan lain penelitian ini adalah kemungkinan bias penelitian dari pengukuran spirometri yang berhubungan dengan nyeri pascaoperasi dan kepatuhan pasien dalam memahami instruksi saat pemeriksaan. Penggunaan CT scan paru sebelum dan sesudah operasi akan memberikan pengukuran yang lebih objektif dari area atelektasis di paru sehingga mengurangi bias penelitian.¹⁴

Simpulan

Penggunaan PEEP 5 dalam anestesi umum selama operasi ortopedi mencegah perubahan penurunan nilai FEV1 dan FVC.

Daftar Pustaka

1. Christopher M. Differential effects of intraoperative positive end-expiratory pressure (PEEP) on respiratory outcome in major abdominal surgery versus craniotomy. *Physiol Behav.* 2016;176(1):100–6.
2. Pi X, Cui Y, Wang C, Guo L, Sun B, Shi J, dkk. Low tidal volume with PEEP and recruitment expedite the recovery of pulmonary function. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015;8(11):14305–14.
3. Jaber S, Coisel Y, Chanques G, Futier E, Constantin JM, Michelet P, dkk. A multicentre observational study of intraoperative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia.* 2012;67(9):999–1008.
4. Kiss T, Wittenstein J, Becker C, Birr K, Cinnella G, Cohen E, dkk. Protective ventilation with high versus low positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation for thoracic surgery (PROTHOR): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2019;20(1):1–21.
5. Walkey AJ, Del Sorbo L, Hodgson CL, Adhikari NK, Wunsch H, Meade MO, dkk. Higher PEEP versus lower PEEP strategies for patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc.* 2017;14:297–303.
6. Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama de Abreu M, Bobek I, dkk. Effect of intraoperative high positive end-expiratory pressure (PEEP) with recruitment maneuvers vs low PEEP on postoperative pulmonary complications in obese patients: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;321(23):2292–305.
7. Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, dkk. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(8):70–88.
8. Oh TK, Park IS, Ji E, Na HS. Value of preoperative spirometry test in predicting postoperative pulmonary complications in high-risk patients after laparoscopic abdominal surgery. *PLoS One.* 2018;13(12):1–10.
9. Deng QW, Tan WC, Zhao BC, Wen SH, Shen JT, Xu M. Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary

- complications: a network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth*. 2020;124(3):324–35.
10. Chiumello D, Coppola S, Froio S. Toward lung protective ventilation during general anesthesia: a new challenge. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2013;60(10):549–51.
 11. Barbarosa F, Castro A, de Sousa-Rodrigues C. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for the prevention of mortality and postoperative pulmonary complications. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(3)7.
 12. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Elliott RRD, dkk. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth [Internet]*. 2019;123(6):898–913.
 13. Wiesen J, Ornstein M, Tonelli AR, Menon V, Ashton RW. State of the evidence: mechanical ventilation with PEEP in patients with cardiogenic shock. *Heart*. 2013;99(24):1812–7.
 14. Newman B, Krane EJ, Gawande R, Holmes TH, Robinson TE. Chest CT in children: anesthesia and atelectasis. *Pediatric Radiol*. 2014;44(2):164–72.