

## Efek perbedaan Volume Tidal Ventilasi Mekanik Selama Operasi terhadap Rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Pascakraniotomi Elektif

Dita Aditiansih<sup>\*)</sup>, Rudyanto Sedono<sup>\*)</sup>, Yoshua Baktiar<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

### Abstrak

**Latar Belakang:** Kraniotomi elektif memiliki insidens komplikasi paru pascaoperasi (25%) dan mortalitas (10%) yang tinggi; insiden ini lebih rendah pada pemakaian volume tidal rendah sebagai teknik proteksi paru. Penelitian ini meneliti efek volume tidal 6 mL/kg dan 10 mL/kg terhadap rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (sebagai parameter keparahan cedera paru) pascaoperasi pada kraniotomi elektif.

**Subjek dan Metode:** Setelah mendapat izin Komite Etik FKUI/Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo dan konsen pasien, dilakukan uji klinis acak pada 52 pasien kraniotomi elektif yang dirandomisasi ke dalam 2 kelompok: ventilasi mekanik selama operasi dengan volume tidal 6 mL/kg (VT-6) atau 10 mL/kg (VT-10), lalu dilakukan analisis gas darah.

**Hasil:** Rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> kelompok VT-6 dan VT-10 secara berurutan: pada 1 jam pascainduksi 413,7 ± 113,4 mmHg dan 401,5 ± 106,3 mmHg (p>0.05); pada akhir operasi, 466,6 ± 94,6 mmHg dan 471,1 ± 89,0 mmHg (p>0.05), pada 24 jam pascainduksi, 418,8 ± 108,8 mmHg dan 448,5 ± 119,6 mmHg (p>0.05); pada 48 jam pascainduksi, 414,9 ± 88,1 mmHg dan 402,5 ± 100,7 mmHg (p>0.05). Tidak ada perbedaan signifikan insiden mortalitas dan komplikasi paru dan ekstraparu diantara dua kelompok.

**Simpulan:** Tidak ada perbedaan signifikan antara volume tidal 6 ml/kg dan 10 ml/kg terhadap ratio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> pada pasien kraniotomi elektif.

**Kata kunci:** volume tidal, rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, kraniotomi elektif, komplikasi paru pascaoperasi, neuroanestesia

JNI 2016;5(3): 163–72

## The Effect of Different Tidal Volume against Postoperative PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Ratio in Elective Craniotomy Patients

### Abstract

**Background:** Elective craniotomy is associated with a high incidence of postoperative pulmonary complications/ PPC (25%) and mortality (10%); in which these incidence went down with the administration of low tidal volume. This study investigated the effect of low tidal volume in intraoperative PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in elective craniotomy patients.

**Subject and Methods:** After approval from Ethics Committee Faculty of Medicine Universitas Indonesia, Ciptomangunkusumo Hospital and consent from patients, a randomized controlled trial was done to 52 elective craniotomy patients. Subjects were ventilated with tidal volume 6 mL/kg (VT-6) or 10 mL/kg (VT-10) intraoperatively, then blood gas analyses were performed.

**Results:** PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio of VT-6 and VT-10 respectively: at 1 hour postinduction, 413.7 ± 113.4 mmHg and 401.5 ± 106.3 mmHg (p>0.05); at end of surgery, 466.6 ± 94.6 mmHg and 471.1 ± 89.0 mmHg (p>0.05); at 24 hours postinduction, 418.8 ± 108.8 and 448.5 ± 119.6 mmHg (p>0.05); at 48 hours postinduction, 414.9 ± 88.1 mmHg and 402.5 ± 100.7 mmHg (p>0.05). There were no significant differences on mortality, lung and extralung complications observed between both groups.

**Conclusions:** There were no significant difference between tidal volume 6 ml/kg and 10 ml/kg against intraoperative PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in elective craniotomy patients.

**Key words:** tidal volume; PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio, elective craniotomy, postoperative pulmonary complications, neuroanesthesia

JNI 2016;5(3): 163–72

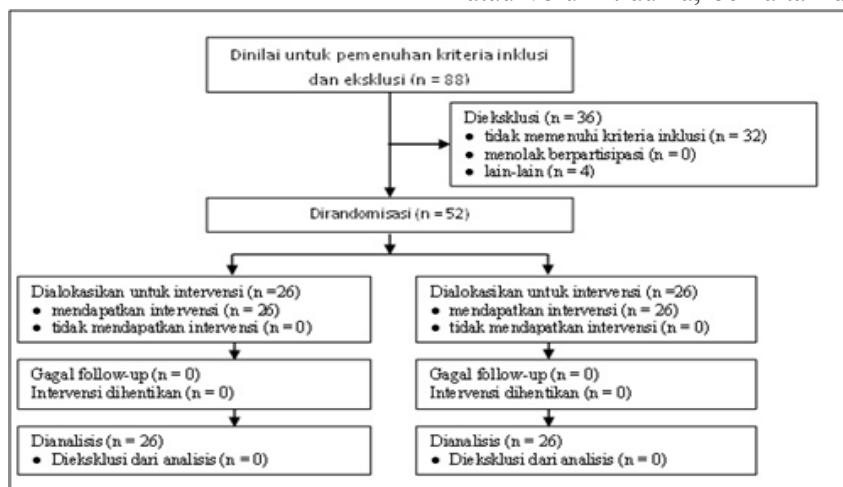
**I. Pendahuluan**

Optimalisasi ventilasi mekanik perioperatif merupakan intervensi klinis yang sangat penting karena volume tidal yang diberikan menentukan efek dan komplikasi yang dapat terjadi. Volume tidal atau tekanan yang terlalu besar dapat menyebabkan hiperventilasi, barotrauma dan ketidakstabilan hemodinamik. Sebaliknya, volume tidal atau tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kolaps alveolus paru, meningkatkan *shunt* pulmoner dan mengganggu proses oksigenisasi.<sup>1</sup> Komplikasi paru pascaoperasi (KPP) merupakan masalah pascaoperasi yang cukup sering ditemukan dengan insidens 2–40% tergantung pada tipe operasi yang dijalani dan berkaitan dengan peningkatan morbiditas, mortalitas, lama perawatan, dan biaya perawatan. Pasien yang menjalani kraniotomi elektif merupakan salah satu populasi pasien yang memiliki risiko KPP yang tinggi dengan insidens sebesar 25% dan tingkat mortalitas sekitar 10%.

Hal ini menyebabkan pentingnya manajemen ventilasi mekanik pada pasien kraniotomi elektif.<sup>2</sup> Banyak faktor berperan dalam terjadinya komplikasi paru pascaoperasi seperti kondisi pasien sebelum bedah, tipe pembedahan, teknik anestesia dan teknik ventilasi mekanik perioperatif yang digunakan. Komponen dalam ventilasi mekanik yang berpengaruh adalah besarnya volume tidal, pemakaian *positive end-expiratory pressure* (PEEP) dan manuver rekrutmen.<sup>3</sup>

Ventilasi mekanik dengan strategi proteksi paru diketahui menurunkan komplikasi paru pascaoperasi dibandingkan teknik konvensional. Strategi proteksi paru ini terdiri dari penggunaan volume tidal kecil (6–8 mL/kg), aplikasi PEEP moderat dan manuver rekrutmen. Penelitian Futier dkk<sup>4</sup> pasien bedah abdominal mayor menunjukkan bahwa penggunaan strategi proteksi paru dapat menurunkan komplikasi paru pascaoperasi dari 27,5% menjadi 10,5% dibandingkan teknik ventilasi konvensional (volume tidal 12 mL/kg tanpa PEEP). Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Severgnini dkk.<sup>5</sup> Sementara penelitian mengenai efek positif teknik proteksi paru dilakukan dengan melakukan ketiga manuver (volume tidal kecil, PEEP moderat, dan manuver rekrutmen), beberapa studi menunjukkan kecenderungan dokter anestesiologi untuk memakai volume tidal yang lebih kecil pada hampir seluruh jenis operasi dan dengan pemakaian PEEP rendah.<sup>6,7</sup>

Sementara kombinasi volume tidal kecil dan PEEP moderat diketahui dapat meningkatkan oksigenasi dan mencegah atelektasis, pemakaian volume tidal kecil pada PEEP rendah atau tanpa PEEP dapat menyebabkan atelektasis progresif dan hipoksemia.<sup>8</sup> Selain itu, sebuah penelitian di Amerika Serikat menunjukkan adanya hubungan antara pemakaian volume tidal kecil dan mortalitas dalam 30 hari pertama.<sup>9</sup> Di sisi lain, penggunaan volume tidal yang besar (10–12 mL/kg) dapat menyebabkan hiperinflasi alveolus atau volum trauma, berkaitan dengan pelepasan



Gambar 1. Diagram Alur CONSORT

mediator inflamasi sistemik dan cedera paru. Penelitian ini dilakukan pada populasi pasien bedah saraf yang menjalani kraniotomi dengan beberapa pertimbangan. Pertama, populasi ini memiliki risiko tinggi komplikasi paru pascaoperasi dan mortalitas. Kedua, paparan ventilasi mekanik yang relatif lama karena durasi pembedahan yang relatif lebih lama dibanding pembedahan lainnya. Ketiga, terdapat manajemen khusus ventilasi mekanik dengan tujuan menjaga perfusi otak dan tekanan intrakranial dengan mencegah hipoksemia, mengontrol PaCO<sub>2</sub> dan pemakaian PEEP yang relatif rendah (5 cmH<sub>2</sub>O).<sup>10,11</sup> Keempat, sejauh ini tidak ada uji klinis acak yang membandingkan efek perbedaan volume tidal pada populasi bedah saraf. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek perbedaan ventilasi mekanik perioperatif volume tidal 6 mL/kg dan 10 mL/kg terhadap rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> pascaoperasi pada pasien yang menjalani kraniotomi elektif. Karena pemakaian volume tidal kecil dapat mencegah terjadinya hiperinflasi alveolus, pelepasan mediator inflamasi dan cedera paru yang disebabkan pemakaian volume tidal besar, oksigenasi pada volume tidal kecil diharapkan lebih baik yang terlihat dari rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> pascaoperasi yang lebih tinggi.

## II. Subjek dan Metode

Penelitian ini adalah uji klinis acak tersamar tunggal yang dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat Nasional (RSUPN) Cipto Mangunkusumo pada Oktober 2014–Maret 2015 setelah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Alur rekrutmen subjek ditampilkan pada Gambar 1. Kriteria inklusi penelitian ini adalah pasien kraniotomi elektif dengan usia 18–60 tahun, durasi bedah diperkirakan >4 jam, paru normal, dan bersedia ikut serta dalam penelitian. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah gagal jantung kongestif, kehamilan, Indeks Massa Tubuh (IMT) >35, penyakit neuromuskular progresif, sepsis, syok sepsis, riwayat ventilasi mekanik dalam 2 minggu sebelumnya. Pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak dieksklusi diikutsertakan dalam penelitian ini dan dialokasikan secara acak ke dalam 2 kelompok

perlakuan: volume tidal 6 mL/kg (VT-6) dan volume tidal 10 mL/kg (VT-10). Randomisasi dilakukan menggunakan aplikasi lunak oleh pihak ketiga, disamarkan dalam amplop hitam yang boleh dibuka sesaat sebelum induksi. Pasien masuk kamar operasi dan dilakukan monitor rutin anestesia elektrokardiografi (EKG) 5 lead, SpO<sub>2</sub>, Non-Invasive Blood Pressure (NIBP).

Induksi anestesia dilakukan dengan midazolam 1–2 mg i.v., fentanyl 3–4 mcg/kg BB, propofol 1–2 mg/kg BB, dan vecuronium 0.1 mg/kg BB. Intubasi endotrakeal dengan ETT *non kinking* ukuran 7.5 mm. Posisi ETT dikonfirmasi dengan auskultasi paru dan ETCO<sub>2</sub>. Selanjutnya, pasien dipasang selang nasogastrik dan kateter urin. Pengaturan ventilator mesin anestesia dilakukan sesuai kelompok perlakuan. Kelompok VT-6 akan mendapat volume tidal 6 mL/kg dan kelompok VT-10 mendapat volume tidal 10 mL/kg. Berat badan yang digunakan dalam perhitungan *volume tidal* adalah *ideal body weight* (IBW) yang dihitung berdasarkan rumus: IBW dalam kg = (tinggi badan dalam cm – 152,4) x 0,91 + 50 untuk laki-laki IBW dalam kg = (tinggi badan dalam cm – 152,4) x 0,91 + 45,5 untuk perempuan.

Pengaturan ventilator yang lainnya dilakukan sama pada kedua kelompok. Pasien mendapat ventilasi mekanik dengan mode ventilasi *volume-controlled* (VC), frekuensi napas disesuaikan untuk mencapai target ETCO<sub>2</sub> 27–30 mmHg atau PaCO<sub>2</sub> 30–35 mmHg, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O, rasio I:E 1:2, aliran gas segar 1–2 L/menit dengan campuran oksigen dan *compressed air* dan fraksi oksigen 30–50%. Tekanan inspirasi puncak *Peak Inspirational Pressure* (PIP) dibatasi maksimal 30 cmH<sub>2</sub>O; apabila didapatkan PIP >30 cmH<sub>2</sub>O pasien dikeluarkan dari penelitian. Mesin anestesia yang digunakan adalah Datex-Ohmeda S5/*Avance* atau Datex-Ohmeda Aestiva/5, Madison, WI, USA. Rumatan anestesia dilakukan dengan isoflurane <1 MAC, fentanyl 1–3 mcg/kg/jam i.v. kontinyu dan vecuronium 0,06–0,08 mg/kg/jam i.v. kontinyu. Kateter vena sentral (CVC) 3 lumen ukuran 7 Fr. dipasang pada v. subklavia kanan dan *arterial line* dipasang pada a. radialis kiri. Akses arterial ini digunakan sebagai akses pengambilan sampel pemeriksaan analisis

untuk mengetahui insidens komplikasi paru pascaoperasi (atelektasis, pneumonia, ARDS, gagal napas) dan komplikasi ekstraparu (SIRS, sepsis, sepsis berat). Mortalitas pada hari ke-28 diketahui melalui catatan rekam medik.

numerik. Data kategorik disajikan dalam bentuk n (%) dan diuji menggunakan uji Chi square atau uji Fischer. Seluruh uji adalah uji 2 arah dan dianggap bermakna apabila nilai  $p < 0,05$ .

**Tabel 1. Karakteristik Dasar Pasien**

Karakteristik	VT-6(n = 26)	VT-10(n = 26)
Umur (tahun)	43,2 ± 9,6	36,5 ± 13,0
Jenis kelamin – n (%)		
Laki-laki	7 (26,9%)	7 (26,9%)
Perempuan	19 (73,1%)	19 (73,1%)
Tinggi badan (cm)	157,5 (142,0 - 170,0)	155,0 (144,0 - 180,0)
Berat badan (kg)	65,0 ± 11,2	65,0 ± 12,2
Indeks massa tubuh (kg/m <sup>2</sup> )	26,5 (17,1 - 32,4)	25,2 (21,3 - 35,9)
Kondisi perancu – n (%)		
Merokok	0	1 (3,8%)
Konsumsi alkohol	0	0
Ketergantungan fungsional	0	2 (7,6%)
Penurunan berat badan >10%	2 (7,6%)	1 (3,8%)
Tipe pembedahan – n (%)		
Tumor	23 (88,4%)	25 (96,2%)
Vaskular	3 (11,6%)	1 (3,8%)
Lain-lain	0	0
Status Fisik – n (%)		
ASA-1	0	1 (3,8%)
ASA-2	23 (88,6%)	23 (88,6%)
ASA-3	3 (11,4%)	2 (7,6%)

Data numerik dengan sebaran normal disajikan dalam bentuk rerata ± simpang baku, sedangkan data numerik dengan sebaran tidak normal disajikan dalam bentuk median (nilai minimum – nilai maksimum); data kategorik disajikan dalam bentuk n (%).

Perhitungan besar sampel untuk mendapatkan power 80% dengan nilai  $\alpha$  (kesalahan tipe I) sebesar 5%, uji dua arah dan perbedaan klinis yang dianggap bermakna sebesar 75 mmHg dibutuhkan sampel sejumlah 52 pasien atau 26 pasien per kelompok.<sup>16</sup> Analisis statistik dilakukan menggunakan piranti lunak SPSS versi 20. Data numerik disajikan dalam bentuk rerata ± simpang baku bila sebaran data normal atau dalam bentuk median (nilai minimum – nilai maksimum) bila sebaran data tidak normal. Uji t tidak berpasangan atau uji Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan 2 variabel

### III. Hasil

Karakteristik dasar kedua kelompok serupa (Tabel 1). Sebagian besar pasien memiliki diagnosis tumor otak dan status fisik ASA-2. Data intraoperatif tidak berbeda di antara kedua kelompok (Tabel 2). Data penelitian berkaitan dengan pengaturan ventilasi mekanik dan analisis gas darah tercantum dalam tabel 3. Frekuensi napas yang dibutuhkan untuk mencapai target PaCO<sub>2</sub> 30-35mmHg lebih tinggi secara signifikan pada kelompok VT-6 dibandingkan VT-10 ( $p < 0,05$ ). *Peak inspiratory pressure* (PIP)

Tabel 2. Data Intraoperatif

Karakteristik	VT-6 (n = 26)	VT-10 (n = 26)	Nilai p
Balans cairan intraoperatif (mL)	600 (-2400 – 1777)	700(-1228 – 2962)	0,13
Volume cairan intraoperatif			
Kristaloid (mL)	2500 (1000 – 10000)	2500 (1000 – 6500)	0,88
Koloid (mL)	0 (0 – 1500)	0 (0 - 2500)	0,66
Transfusi intraoperatif			
PRC (mL)	0 (0 – 1078,0)	0(0 – 627,0)	0,63
FFP (mL)	0 (0 – 443,0)	0 (0 – 545,0)	0,18
TC (mL)0	0	0	
Urine (mL)	1350(200 – 9200)	1205(100 – 6400)	0,29
Durasi pembedahan (menit)	362,5(225,0 – 840,0)	390,0(240,0 – 780,0)	0,95
Durasi anestesia (menit)	450,0 (315,0 – 915,0)	480,0 (240,0 – 480,0)	0,89
Penggunaan vasopresor – n (%)	0	2 (7,7%)	0,49
Perdarahan (mL)	600 (200 – 2600)	550 (200 – 5000)	0,60
Kejadian desaturasi intraoperasi yang memerlukan intervensi			
FiO <sub>2</sub> >0.5 – n (%)	0	0	–
PEEP >5 cmH <sub>2</sub> O – n (%)	0	0	–
Manuver rekrutmen – n (%)	0	0	–

Data numerik dengan sebaran tidak normal disajikan dalam bentuk median (min-maks) dan diuji menggunakan uji Mann-Whitney; data kategorik disajikan dalam bentuk n (%) dan diuji menggunakan uji Chi-square atau uji Fischer. Nilai p signifikan bila  $p < 0,05$ .

didapatkan lebih rendah secara signifikan pada VT-6 dibandingkan VT-10 ( $p < 0,05$ ). Pada tabel 5, tidak ada perbedaan signifikan terhadap komplikasi paru dan ekstraparu pada kedua grup. Tidak ditemukan mortalitas dalam 28 hari pertama, atau komplikasi paru/ekstra paru lain pada penelitian ini. Hasil menunjukkan bahwa pada pasien yang menjalani kraniotomi elektif nilai rasio  $P_{aO_2}/F_{iO_2}$  kelompok *volume tidal* 6 mL/kg (VT-6) pada 1 jam pascainduksi, akhir operasi, 24 jam pascainduksi dan 48 jam pascainduksi tidak lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok volume tidal 10 mL/kg (VT-10). Selain itu, penelitian ini juga tidak menemukan perbedaan bermakna insidens komplikasi paru (pneumonia, *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS), atelektasis dan gagal napas) dan komplikasi

ekstraparu (*Systemic Inflammatory Response Syndrome* (SIRS), sepsis dan sepsis berat) pada 7 hari pertama pascaoperasi dan mortalitas pada hari ke-28 di antara kedua kelompok.

### III. Pembahasan

Penelitian ini didesain untuk mengetahui efek penggunaan volume tidal yang lebih kecil (6 mL/kg) terhadap rasio  $P_{aO_2}/F_{iO_2}$  pascaoperasi dan komplikasi paru pascaoperasi, dibandingkan volume tidal yang lebih besar (10 mL/kg), tanpa efek dari perbedaan PEEP maupun manuver rekrutmen seperti yang biasa digunakan dalam teknik proteksi paru. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan volume tidal yang lebih kecil secara terpisah tidak menghasilkan

**Tabel 3. Data Analisis Gas Darah dan Pengaturan Ventilasi Mekanik**

Karakteristik	VT-6 (n = 26)	VT-10 (n = 26)	Nilai p
Volume tidal (mL)	302,0(216,0 – 400,0)	476,5(375,0 – 751,0)	<0,01*
1 jam pascainduksi			
pO <sub>2</sub> (mmHg)	147,7 ± 48,5	147,0 ± 35,9	0,95
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	35,5 ± 5,3	33,6 ± 4,4	0,15
SaO <sub>2</sub> (%)	99,1(95,0 – 99,9)	99,0(95,8 – 100,0)	0,98
PIP(cmH <sub>2</sub> O)	18,8 ± 2,4	21,4 ± 3,3	0,01**
Frekuensi napas (x/menit)	16(12 – 20)	8(7 – 12)	<0,01*
Ventilasi semenit (L/menit)	4,8 ± 0,6	4,5 ± 0,9	0,17
FiO <sub>2</sub> (%)	34 (24–60)	35 (30–58)	0,57
Akhir operasi			
pO <sub>2</sub> (mmHg)	164,6 ± 37,8	182,4 ± 44,2	0,12
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	35,6 ± 6,5	35,3 ± 6,6	0,87
SaO <sub>2</sub> (%)	99,1(97,0 – 99,9)	99,4 (97,1–100,0)	0,10
PIP(cmH <sub>2</sub> O)	18,2 ± 2,7	21,1 ± 3,1	<0,01**
Frekuensi napas (x/menit)	16(12–20)	8(7–12)	<0,01*
Ventilasi semenit (L/menit)	4,7 ± 0,8	4,7 ± 0,8	0,93
FiO <sub>2</sub> (%)	35(27–54)	37(24–60)	0,08
24 jam pascainduksi			
pO <sub>2</sub> (mmHg)	158,0 ± 45,9	169,6 ± 41,2	0,34
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	39,8 ± 6,9	38,4 ± 6,8	0,46
SaO <sub>2</sub> (%)	99,0(95,9 – 99,9)	99,4(94,9–100,0)	0,60
FiO <sub>2</sub> (%)	40(21–50)	40(21–50)	0,81
48 jam pascainduksi			
pO <sub>2</sub> (mmHg)	111,1 ± 46,1	104,8 ± 32,6	0,77
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	36,8 ± 5,4	39,0 ± 5,6	0,08
SaO <sub>2</sub> (%)	96,8 ± 2,5	97,5 ± 1,7	0,16
FiO <sub>2</sub> (%)	21(21–50)	21(21–50)	0,80

\*\*data numerik dengan sebaran normal disajikan dalam bentuk rerata ± simpang baku dan diuji menggunakan uji t tidak berpasangan.\*data numerik dengan sebaran tidak normal disajikan dalam bentuk median (min-maks) dan diuji menggunakan uji Mann-Whitney. Nilai p signifikan bila p<0.05.

gas darah arteri selama penelitian. Desaturasi (SpO<sub>2</sub><92%) selama operasi akan ditatalaksana dengan meningkatkan FiO<sub>2</sub>, melakukan manuver rekrutmen atau meningkatkan PEEP. Kejadian desaturasi dan tatalaksananya akan dicatat oleh peneliti. Apabila desaturasi tidak dapat dikoreksi kecuali dengan mengubah volume tidal, pasien akan dikeluarkan dari protokol penelitian. Cairan rumatan diberikan kristaloid isotonis balans 1 cc/kg/jam. Resusitasi cairan dilakukan

untuk mengganti jumlah perdarahan/hipovolemia dengan cairan koloid dengan rasio 1:1 atau cairan kristaloid balans dengan rasio 3:1. Jumlah cairan, jenis cairan, dan kebutuhan transfusi produk darah ditentukan oleh dokter anestesiologi yang bertugas sesuai dengan kondisi klinis pasien. Hipotensi akan ditatalaksana dengan resusitasi cairan, pemberian efedrine 5 mg i.v., fenilefrin 50–100 mcg i.v. atau pemberian vasopresor melalui kateter vena sentral. Suhu tubuh dipantau

**Tabel 4. Keluaran Primer**

Karakteristik	VT-6 (n = 26)	VT-10 (n = 26)	Nilai p	Perbedaan rerata	IK 95%	
					Min	Maks
Rasio PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)						
1 jam pascainduksi	413,7 ± 113,4	401,5 ± 106,3	0,69	12,2	-49,0	73,4
Akhir operasi	466,6 ± 94,6	471,1 ± 89,0	0,86	-4,4	-55,6	46,7
24 jam pascainduksi	418,8 ± 108,8	448,5 ± 119,6	0,35	-29,7	-93,4	33,9
48 jam pascainduksi	414,9 ± 88,1	402,5 ± 100,7	0,63	12,4	-40,2	65,2

Data numerik dengan sebaran normal disajikan dalam bentuk rerata ± simpang baku dan diuji menggunakan uji T tidak berpasangan; nilai p signifikan bila p<0.05.

**Tabel 5. Keluaran Sekunder**

Karakteristik	TV-6(N 26)	= TV-10 (N = 26)	Nilai p
Komplikasi paru pascaoperasi – n (%)			
Pneumonia	1 (3,8%)	2 (7,6%)	1,00*
Atelektasis	0	0	
ARDS	0	0	
Gagal napas	0	0	
Komplikasi ekstraparu pascaoperasi – n (%)			
SIRS 2 (7,6%)	1 (3,8%)	2 (7,6%)	1,00*
Sepsis	0	0	
Sepsis berat	0	0	
Mortalitas pada 28 hari pascaoperasi – n (%)	0	0	

\*Data diuji dengan uji T tidak berpasangan; nilai p signifikan bila p<0.05.

selama operasi dan normotermia dicapai dengan pemberian alas hangat/blower hangat. Pascaoperasi pasien diekstubasi di kamar operasi atau di ICU. Bila ekstubasi dilakukan di kamar operasi, pasien diekstubasi setelah pasien sadar penuh dan dapat mengikuti perintah verbal. Pasien yang tidak diekstubasi di kamar operasi akan ditranspor ke ruang ICU Dewasa atau HCU Bedah Saraf. Pengaturan ventilator di ICU akan dilanjutkan dengan mode ventilasi *volume-controlled* (VC) atau *synchronized intermittent mandatory ventilation* (SIMV-VC). Pasien disapih dan diekstubasi segera setelah ventilasi dan oksigenasi adekuat dan sadar penuh sesuai dengan pertimbangan dokter ICU. Keluaran primer penelitian ini adalah rasio

PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> yang diukur pada 4 waktu: 1 jam pascainduksi anestesia, akhir operasi, 24 jam pascainduksi dan 48 jam pascainduksi. Nilai PaO<sub>2</sub> diukur dengan analisis gas darah (AGD) arteri yang diperiksa menggunakan mesin StatProfile pHox (Nova, MA, USA). Nilai FiO<sub>2</sub> diukur menggunakan oksimeter pada mesin anestesia/ventilator atau berdasarkan tabel bila pasien sudah diekstubasi dan mendapatkan suplementasi oksigen menggunakan kanul nasal/masker (lihat lampiran). Pemeriksaan x-ray toraks anteroposterior dilakukan rutin segera setelah operasi. Foto x-ray toraks ini dibaca oleh dokter spesialis radiologi dan temuan baru dalam foto pasien akan dicatat (atelektasis, infiltrat). Pasien diobservasi sampai hari ke-7 pascaoperasi

keluaran yang lebih baik. Penggunaan volume tidal yang besar (10–12 mL/kg) diketahui dapat menyebabkan regangan dan stress yang berlebih pada struktur mikroskeletal alveolus dan menyebabkan cedera paru, terutama pada paru yang sudah mengalami cedera sebelumnya/ARDS.<sup>13</sup> Namun, pasien dengan paru sehat, seperti dalam penelitian ini, memiliki ambang batas volume tidal yang lebih besar sebelum terjadi cedera pada paru. Gattinoni dkk<sup>14</sup> memperkirakan pada paru yang sehat dibutuhkan setidaknya volume tidal 17 mL/kg untuk menyebabkan cedera paru, yang mungkin menjelaskan tidak adanya perbedaan rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  pascaoperasi di antara kedua kelompok dalam penelitian ini. Protokol ventilasi mekanik dalam penelitian ini mengharuskan subyek penelitian mendapatkan PEEP 5  $\text{cmH}_2\text{O}$  terlepas dari kelompok perlakuan. Penggunaan PEEP dapat mencegah kolapsnya alveolus/atelektasis pada akhir ekspirasi dan mengurangi jumlah alveolus yang mengalami siklus rekrutmen-derekrutmen.<sup>15</sup>

Penggunaan PEEP yang sama di antara kedua kelompok bertujuan untuk menyingkirkan efek PEEP terhadap cedera paru. Efek volume tidal terhadap rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  dapat dipengaruhi oleh PEEP yang digunakan. Rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  yang lebih tinggi dapat ditemukan pada penggunaan volume tidal kecil bila digunakan PEEP yang tinggi.<sup>5,12</sup> Sebaliknya, rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ditemukan lebih rendah bila digunakan pada PEEP rendah atau tanpa PEEP.<sup>8,16</sup> Selain itu, penggunaan PEEP yang sama pada semua subyek dipertimbangkan karena titrasi PEEP memerlukan intervensi dan alat pemantauan yang kompleks yang tidak rutin dilakukan pada pasien bedah dengan paru sehat. Selain itu, pada pasien kraniotomi penggunaan PEEP tinggi >10  $\text{cmH}_2\text{O}$  dapat menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial, menurunkan perfusi serebral dan harus disertai pemantauan tekanan intrakranial.<sup>17,18</sup> Pada penelitian ini penggunaan volume tidal yang lebih kecil memerlukan kompensasi berupa frekuensi napas yang lebih tinggi untuk mencapai ventilasi semenit yang adekuat dan menjaga  $\text{PaCO}_2$  dalam rentang 30–35 mmHg. Kontrol  $\text{PaCO}_2$  merupakan hal penting dalam operasi kraniotomi. Hiperkarbia diketahui

dapat meningkatkan tekanan intrakranial dan harus dihindari. Penggunaan volume tidal kecil tanpa penyesuaian frekuensi napas dapat menyebabkan hipoventilasi dan hiperkarbia. Namun, pengaturan frekuensi napas yang dipandu pemantauan  $\text{ETCO}_2$  secara kontinu dan analisis gas darah secara berkala seperti dalam penelitian ini dapat mencegah terjadinya hiperkarbia walaupun digunakan volume tidal yang kecil. Pada penelitian ini tidak ditemukan pasien yang mengalami desaturasi/hipoksemia selama pembedahan dan tidak ada perbedaan  $\text{PaO}_2$  intraoperasi dan pascaoperasi di antara kelompok yang menggunakan volume tidal 6 mL/kg dan 10 mL/kg. Hipoksemia dapat menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial dan harus dihindari pada operasi kraniotomi.<sup>10,11</sup> Secara tradisional, penggunaan volume tidal kecil dapat menyebabkan hipoksemia intraoperatif karena adanya atelektasis progresif. Namun demikian, hal ini dapat dicegah dalam penelitian ini dengan penggunaan PEEP.<sup>14,18</sup>

Selain itu, pemakaian volume tidal 6 mL/kg dan 10 mL/kg intraoperatif diketahui tidak menghasilkan perbedaan penambahan atelektasis.<sup>20</sup> Pneumonia pascaoperasi ditemukan pada 2 subyek pada kelompok VT-10 dan 1 subyek pada kelompok VT-6, dengan insidens yang serupa seperti penelitian sebelumnya. Komplikasi paru pascaoperasi lain seperti atelektasis, gagal napas, dan ARDS, tidak ditemukan dalam penelitian ini. Hal ini disebabkan karena populasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah pasien yang memiliki paru sehat sebelum operasi dan jumlah sampel yang relatif sedikit (untuk mendeteksi perbedaan sebesar 50% insidens komplikasi paru pascaoperasi pada kraniotomi diperlukan jumlah sampel sekitar 524 pasien). Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian ini dirancang untuk mendeteksi perbedaan rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  sebesar 75 mmHg sehingga perbedaan lebih kecil yang mungkin ada tidak dapat disingkirkan. Kedua, rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  pada penelitian ini hanya diobservasi sampai hari ke-2 pascaoperasi sehingga perbedaan yang mungkin muncul setelah hari ke-2 pascaoperasi tidak dapat diketahui. Ketiga, rasio  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  adalah parameter klinis yang sering dipakai untuk



menilai derajat keparahan cedera paru, namun parameter ini tidak dapat menilai proses cedera paru yang lebih ringan atau belum menimbulkan gangguan oksigenasi secara bermakna.

Sebagai simpulan atas penelitian ini adalah ventilasi mekanik perioperatif dengan volume tidal 6 mL/kg tidak menghasilkan rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> yang lebih tinggi sampai hari ke-2 pascaoperasi dibandingkan penggunaan volume tidal 10 mL/kg pada pasien dengan paru sehat yang menjalani kraniotomi elektif. Oleh karena itu, volume tidal 6-10 mL/kg dapat digunakan secara aman pada pasien kraniotomi elektif dengan paru sehat selama dilakukan teknik ventilasi dan pemantauan yang serupa dengan penelitian ini.

#### IV. Simpulan

Ventilasi mekanik perioperatif dengan volume tidal 6 mL/kg tidak menghasilkan rasio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> pascaoperasi yang lebih tinggi dibandingkan volume tidal 10 mL/kg. Komplikasi paru/ekstraparu pascaoperasi dan mortalitas ditemukan tidak berbeda di antara kedua kelompok.

#### V. Saran

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai efek penggunaan PEEP, *volume tidal* pada berbagai posisi intraoperatif terhadap tekanan intrakranial dan komplikasi paru pasca operasi pasien bedah saraf.

#### Daftar Pustaka

- Gattinoni L, Chiumello D, Russo R. Reduced tidal volume and lung protective ventilatory strategies: where do we go from here? *Curr Opin Crit Care* 2002;8:45–50
- Shander A, Fleisher LA, Barie PS, Bigatello LM, Sladen RN, Watson CB. Clinical and economic burden of postoperative pulmonary complications: patient safety summit on definition, risk-reducing interventions, and preventive strategies. *Crit Care Med*. 2011;39(9):2163–72.
- Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE, American College of P. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2006;144(8):581–95.
- Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med*. 2013;369(5):428–37.
- Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology*. 2013;118(6):1307–21.
- Fernandez-Bustamante A, Wood CL, Tran ZV, Moine P. Intraoperative ventilation: incidence and risk factors for receiving large tidal volumes during general anesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2011;11:22.
- Treschan TA, Schaefer MS, Subasi L, Kaisers W, Schultz MJ, Beiderlinden M. Evolution of ventilator settings during general anaesthesia for neurosurgery: An observational study in a German centre over 15 years. *Eur J Anaesthesiol*. 2015.
- Visick WD, Fairley HB, Hickey RF. The effects of tidal volume and end-expiratory pressure on pulmonary gas exchange during anesthesia. *Anesthesiology*. 1973;39(3):285–90.
- Levin MA, McCormick PJ, Lin HM, Hosseinian L, Fischer GW. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality. *Br J Anaesth*. 2014;113(1):97–108.
- Bruder N, Ravussin PA. Supratentorial masses: anesthetic considerations. Dalam: Cottrell JE, Young WL, editors. *Cottrell and Young's Neuroanesthesia*. 5th ed. United

- States: Mosby; 2010;184–7.
11. Joshi S, Ornstein E, Young WL. Cerebral and spinal cord blood flow. Dalam: Cottrell JE, Young WL, editors. Cottrell and Young's Neuroanesthesia. 5th ed. United States: Mosby; 2010; 25–6.
  12. Weingarten TN, Whalen FX, Warner DO, Gajic O, Schears GJ, Snyder MR, et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly patients undergoing major abdominal surgery. *Br J Anaesth.* 2010;104(1):16–22.
  13. ARDSnet. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301–8.
  14. Gattinoni L, Protti A, Caironi P, Carlesso E. Ventilator-induced lung injury: the anatomical and physiological framework. *Crit Care Med.* 2010;38(10 Suppl):S539–48.
  15. Tusman G, Bohm SH, Vazquez de Anda GF, do Campo JL, Lachmann B. 'Alveolar recruitment strategy' improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1999;82(1):8–13.
  16. Treschan TA, Kaisers W, Schaefer MS, Bastin B, Schmalz U, Wania V, et al. Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function. *Br J Anaesth.* 2012;109(2):263–71.
  17. Videtta W, Villarejo F, Cohen M, Domeniconi G, Santa Cruz R, Pinillos O, et al. Effects of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure. *Acta Neurochir Suppl.* 2002;81:93–7.
  18. Caricato A, Conti G, Della Corte F, Mancino A, Santilli F, Sandroni C, et al. Effects of PEEP on the intracranial system of patients with head injury and subarachnoid hemorrhage: the role of respiratory system compliance. *J Trauma.* 2005;58(3):571–6.
  19. Imberger G, McIlroy D, Pace NL, Wetterslev J, Brok J, Moller AM. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for the prevention of mortality and postoperative pulmonary complications. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010(9):CD007922.
  20. Cai H, Gong H, Zhang L, Wang Y, Tian Y. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan. *J Clin Anesth.* 2007;19(2):125–9.