Berkala Kesehatan Klinik
p-ISSN : 0854-2805 | e-ISSN: 3124-0658
Vol. 19 No. 2, 2025: 99-108
Web: https://journal.sardjitohospital.co.id

Perbandingan Ekstubasi Tekanan Positif dan Suctioning terhadap P/F Ratio pada Pasien SICU

Muhammad Syarif Nurdianto, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti, Bowo Adiyanto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada, Indonesia

(*) Corresponding Author: syarifnurdianto@gmail.com

Article Info:

***Keywords*:** airway extubation; positive-pressure respiration; suction; PaO_2/FiO_2 ratio

Received : 24 June 2025
Revised : 12 October 2025
Accepted : 28 December 2025

Abstract

Background: Extubation technique may influence peri-extubation oxygenation, although clinical evidence comparing positive-pressure extubation with endotracheal suctioning remains inconclusive. This study compared changes in the PaO_2/FiO_2 (P/F) ratio and post-extubation clinical events between the two techniques in adult SICU patients.

Methods: This prospective two-group clinical study included 110 adults undergoing extubation in the SICU of Dr. Sardjito Hospital, Yogyakarta, from January to April 2026. Patients were allocated to positive-pressure extubation or continuous endotracheal suctioning. The primary outcome was the change in P/F ratio from 30 minutes before to 30 minutes after extubation. Secondary outcomes included physiological parameters and post-extubation clinical events within 48 hours.

Results: Paired P/F data were available for 109 patients. Mean ΔP/F was 116.78±119.55 mmHg in the positive-pressure group and 76.35±128.30 mmHg in the suctioning group, with a between-group difference of 40.43 mmHg (95% CI −6.65 to 87.51; p=0.092). Unadjusted post-extubation P/F was higher with positive pressure (477.41±154.65 vs 406.04±154.17 mmHg; p=0.016), but this was a secondary finding. Clinical events were infrequent, occurring in 1/55 versus 3/55 patients.

Conclusion/Implications: Positive-pressure extubation did not produce a statistically significant improvement in the primary P/F-ratio outcome compared with suctioning. The higher unadjusted post-extubation P/F ratio should be interpreted cautiously because of baseline differences and variation in post-extubation FiO_2. Larger studies with standardized oxygen delivery are needed to clarify clinical differences between the techniques.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI | © 2025 The Author(s).

Pendahuluan

Ekstubasi endotrakeal merupakan tahap penting dalam pelepasan pasien dari ventilasi mekanis setelah kemampuan bernapas spontan dan proteksi jalan napas dinilai memadai. Meskipun dilakukan secara rutin, periode ekstubasi tetap memiliki risiko komplikasi respirasi, seperti desaturasi, obstruksi jalan napas, batuk, aspirasi, dan kebutuhan dukungan ventilasi kembali (Artime & Hagberg, 2014). Teknik pelepasan *endotracheal tube* (ETT) dapat memengaruhi perubahan tekanan jalan napas dan perpindahan sekret selama deflasi *cuff*. Dua teknik yang banyak digunakan adalah ekstubasi dengan *continuous endotracheal suctioning* dan ekstubasi dengan tekanan positif (Andreu et al., 2022).

Pada teknik *suctioning*, tekanan negatif diberikan melalui kateter di dalam ETT selama deflasi *cuff* dan pelepasan ETT. Sebaliknya, teknik tekanan positif mempertahankan tekanan dan aliran positif pada jalan napas ketika *cuff* dikempiskan dan ETT dilepaskan. Secara fisiologis, tekanan negatif selama *suctioning* dapat menyebabkan penurunan volume paru dan *derecruitment* alveolar, sedangkan tekanan positif secara teoritis dapat membantu mempertahankan aerasi paru serta mengarahkan sekret subglotis menuju orofaring. Studi eksperimental menunjukkan bahwa penerapan tekanan positif selama ekstubasi dapat mengurangi kebocoran sekret ke saluran napas bawah dibandingkan dengan prosedur yang disertai *endotracheal suctioning* (Andreu et al., 2014; Hodd et al., 2010). Namun, temuan pada model eksperimental tersebut tidak secara langsung membuktikan keunggulan klinis teknik tekanan positif.

Bukti klinis mengenai kedua teknik masih belum konsisten. Dalam *ExtubAR randomized clinical trial*, kejadian komplikasi mayor tidak berbeda secara bermakna antara kelompok tekanan positif dan *suctioning* (Andreu et al., 2022). Temuan serupa diperoleh dalam *systematic review* yang menunjukkan bahwa beberapa komplikasi cenderung lebih sedikit pada teknik tekanan positif, tetapi sebagian besar estimasi efek tidak menunjukkan perbedaan yang meyakinkan (Shimada et al., 2023). *Scoping review* oleh Liu et al. (2023) juga menunjukkan bahwa tekanan positif dapat mempertahankan parameter fisiologis dan gas darah, tetapi kualitas dan karakteristik penelitian yang tersedia cukup heterogen. Dengan demikian, bukti saat ini belum menunjukkan bahwa salah satu teknik secara konsisten lebih unggul dalam seluruh luaran klinis.

Selain komplikasi klinis, perubahan oksigenasi merupakan luaran fisiologis yang relevan setelah ekstubasi. Rasio tekanan parsial oksigen arteri terhadap fraksi oksigen inspirasi (PaO_2/FiO_2 atau P/F ratio) banyak digunakan untuk menggambarkan gangguan oksigenasi (Ranieri et al., 2012). Namun, nilai P/F ratio dipengaruhi oleh FiO_2 saat pengukuran. Karbing et al. (2007) menunjukkan bahwa perubahan FiO_2 dapat mengubah P/F ratio meskipun kondisi pertukaran gas yang mendasarinya tidak berubah secara sebanding. Oleh karena itu, interpretasi perubahan P/F sebelum dan setelah ekstubasi perlu mempertimbangkan perbedaan sistem pemberian oksigen dan ketepatan estimasi FiO_2.

Bukti terbaru juga memperkuat pentingnya kondisi pemberian oksigen saat ekstubasi. Studi INNOVATE tahun 2025 pada 3.675 pasien ICU menemukan bahwa strategi FiO_2 yang lebih

 This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

rendah tanpa *intratracheal suctioning* berkaitan dengan P/F ratio pasca-ekstubasi yang lebih tinggi dan lebih sedikit kebutuhan NIV atau reintubasi dibandingkan strategi FiO_2 tinggi dengan *suctioning*. Namun, karena penelitian tersebut memodifikasi FiO_2 dan prosedur *suctioning* secara bersamaan, kontribusi independen masing-masing komponen tidak dapat dipisahkan (Prazak et al., 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, perubahan oksigenasi setelah ekstubasi tekanan positif dibandingkan dengan *suctioning* masih relevan untuk dikaji, khususnya pada populasi *Surgical Intensive Care Unit* (SICU). Penelitian ini bertujuan membandingkan perubahan P/F ratio dari sebelum hingga setelah ekstubasi antara teknik tekanan positif dan *suctioning* pada pasien SICU RSUP Dr. Sardjito sebagai luaran primer, serta mengevaluasi perubahan parameter fisiologis dan kejadian komplikasi pasca-ekstubasi sebagai luaran sekunder.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian klinis prospektif dua kelompok dengan alokasi menggunakan randomisasi komputer yang dilakukan di SICU RSUP Dr. Sardjito, Yogyakarta, pada Januari–April 2026. Subjek berusia ≥18 tahun, menggunakan ventilasi mekanis >6 jam, menjalani ekstubasi pertama selama perawatan ICU, memenuhi kriteria kesiapan ekstubasi, serta berhasil menjalani *spontaneous breathing trial*. Pasien dengan gangguan neuromuskular, kehamilan, kegagalan penyapihan, atau kondisi kardiopulmoner yang dapat secara langsung memengaruhi pertukaran gas dikeluarkan sebelum alokasi. Besar sampel dihitung untuk luaran kontinu dengan α=0,05, *power* 80%, dan *effect size* 0,5, sehingga diperoleh minimum 49 pasien per kelompok; setelah penambahan 10% untuk kemungkinan kehilangan data, target ditetapkan sebanyak 110 pasien (Zhong, 2009). Pelaporan alokasi dan alur peserta mengacu pada prinsip CONSORT 2025 (Hopewell et al., 2025). Penelitian telah memperoleh persetujuan etik FK-KMK UGM (KE/FK/1892/EC/2025) dan izin RSUP Dr. Sardjito (DP.04.03/D.XI.2/49/2026).

Kelompok tekanan positif menerima *pressure support* 15 cmH_2O dan *positive end-expiratory pressure* (PEEP) 10 cmH_2O selama 5 menit sebelum dan saat pelepasan ETT, sedangkan kelompok *suctioning* menjalani *continuous intra-endotracheal suctioning* dengan tekanan 15 kPa selama 5 detik sebelum dan selama ekstubasi. Analisis gas darah arteri dilakukan sekitar 30 menit sebelum dan 30 menit setelah ekstubasi. P/F ratio dihitung dengan membagi PaO_2 dengan FiO_2 yang digunakan pada saat pemeriksaan. FiO_2 sebelum ekstubasi diperoleh dari pengaturan ventilator, sedangkan setelah ekstubasi ditentukan berdasarkan perangkat dan aliran suplementasi oksigen yang digunakan. Pada sistem oksigen aliran rendah, FiO_2 diperlakukan sebagai nilai estimasi. Luaran primer adalah perubahan P/F ratio (ΔP/F), sedangkan luaran sekunder mencakup parameter fisiologis dan kejadian desaturasi, takipnea, aspirasi, kebutuhan ventilasi noninvasif (NIV), serta reintubasi dalam 48 jam.

Kejadian setelah alokasi, termasuk kebutuhan NIV, reintubasi, pneumonia, atau kematian, tidak diperlakukan sebagai alasan *drop-out*, tetapi dicatat sebagai *intercurrent event* atau luaran klinis. Peserta tetap dipertahankan dalam kelompok alokasi awal berdasarkan prinsip *intention-to-treat*. Pendekatan ini digunakan karena kejadian setelah intervensi merupakan bagian dari perjalanan klinis dan tidak seharusnya menjadi dasar eksklusi peserta setelah alokasi.

Analisis dilakukan menggunakan SPSS versi 25. Data kontinu disajikan sebagai rerata±simpangan baku atau median dan rentang sesuai distribusi, sedangkan data kategorik sebagai frekuensi dan persentase. Analisis utama P/F ratio pasca-ekstubasi dilakukan menggunakan ANCOVA dengan P/F

This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

ratio pra-ekstubasi sebagai kovariat, karena pendekatan ini lebih efisien dibandingkan hanya membandingkan *change score* pada data dengan pengukuran awal dan akhir (Vickers & Altman, 2001). ΔP/F tetap disajikan karena merupakan luaran perubahan yang telah ditetapkan dalam penelitian. Kejadian kategorik yang jarang dibandingkan menggunakan *Fisher's exact test*, dengan hasil dilaporkan bersama estimasi efek dan 95% *confidence interval* (CI). Nilai p<0,05 digunakan sebagai batas statistik, tetapi interpretasi tidak didasarkan pada nilai p semata.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

S Sebanyak 110 pasien dialokasikan ke dalam dua kelompok, masing-masing 55 pasien pada kelompok tekanan positif dan kelompok *suctioning*. Data P/F ratio berpasangan tersedia pada 109 pasien, terdiri atas 54 pasien kelompok tekanan positif dan 55 pasien kelompok *suctioning*. Satu pasien pada kelompok tekanan positif memerlukan ventilasi noninvasif (NIV) dalam 30 menit setelah ekstubasi sehingga tidak memiliki pengukuran P/F ratio pasca-ekstubasi yang dapat dibandingkan dengan nilai awal. Pasien tersebut tetap dipertahankan dalam evaluasi kejadian klinis pasca-ekstubasi.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Tekanan Positif (n=54)	*Suctioning* (n=55)	p
Usia (tahun), rerata ± SB	49,76 ± 16,23	50,00 ± 15,32	0,937#
Kategori usia, n (%)			0,772x
Dewasa (18–64 tahun)	43 (79,6)	45 (81,8)	
Lansia (≥65 tahun)	11 (20,4)	10 (18,2)	
Jenis kelamin, n (%)			0,293x
Laki-laki	29 (53,7)	24 (43,6)	
Perempuan	25 (46,3)	31 (56,4)	
Jenis operasi, n (%)			0,009*x
Bedah digestif	4 (7,4)	7 (12,7)	
Bedah onkologi	4 (7,4)	0 (0,0)	
Bedah plastik	2 (3,7)	0 (0,0)	
Bedah saraf	16 (29,6)	21 (38,2)	
BTKV	1 (1,9)	9 (16,4)	
Obsgyn	2 (3,7)	4 (7,3)	
Ortopedi	5 (9,3)	1 (1,8)	
Ortopedi (*spine*)	14 (25,9)	8 (14,5)	
THT	0 (0,0)	2 (3,6)	
Urologi	6 (11,1)	3 (5,5)	
PaO_2 pre-ekstubasi (mmHg), rerata ± SB	179,04 ± 53,67	160,43 ± 53,07	0,072#

Catatan: *) p<0,05; #) *Independent t-test*; x) *Chi-square test*; SB = simpangan baku.

 This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

Karakteristik usia dan jenis kelamin menunjukkan distribusi yang secara deskriptif relatif serupa, sedangkan distribusi jenis operasi berbeda antarkelompok (p=0,009). Kelompok *suctioning* memiliki proporsi BTKV lebih besar, sedangkan kelompok tekanan positif memiliki proporsi lebih besar pada beberapa kategori operasi lain, termasuk ortopedi *spine*. Perbedaan karakteristik awal tersebut dipertimbangkan dalam interpretasi hasil dan tidak digunakan untuk menyatakan keberhasilan atau kegagalan randomisasi hanya berdasarkan nilai p.

Tabel 2. Perbandingan P/F Ratio antara Kelompok Tekanan Positif dan *Suctioning*

P/F ratio (mmHg)	Tekanan Positif	*Suctioning*	p
Pre-ekstubasi	360,63 ± 107,49	329,70 ± 110,17	0,141#
Pasca-ekstubasi	477,41 ± 154,65	406,04 ± 154,17	0,016*^
Selisih (ΔP/F)	116,78 ± 119,55	76,35 ± 128,30	0,092#

Catatan: *) p<0,05; #) *Independent t-test*; ^) *Mann–Whitney U test*.

P/F ratio meningkat setelah ekstubasi pada kedua kelompok. Rerata ΔP/F adalah 116,78±119,55 mmHg pada kelompok tekanan positif dan 76,35±128,30 mmHg pada kelompok *suctioning*. Perbedaan rerata ΔP/F antarkelompok sebesar 40,43 mmHg, dengan 95% CI −6,65 hingga 87,51 mmHg, dan tidak mencapai signifikansi statistik (p=0,092). Dengan demikian, luaran primer tidak menunjukkan bukti yang cukup mengenai perbedaan perubahan P/F ratio antara kedua teknik. P/F ratio pasca-ekstubasi pada analisis tanpa penyesuaian lebih tinggi pada kelompok tekanan positif (477,41±154,65 vs. 406,04±154,17 mmHg; p=0,016), tetapi temuan tersebut merupakan analisis sekunder dan tidak digunakan untuk menggantikan interpretasi luaran primer.

Tabel 3. Perbandingan *Vital Signs* antara Kelompok Tekanan Positif dan *Suctioning*

Variabel	Tekanan Positif	*Suctioning*	p
Sistolik pre (mmHg)	126,80 ± 17,39	131,15 ± 12,92	0,141#
Diastolik pre (mmHg)	73,98 ± 12,31	73,78 ± 10,65	0,928#
Nadi pre (x/menit)	85,87 ± 16,72	82,35 ± 17,76	0,289#
RR pre (x/menit)	18 (12–24)	16 (12–25)	0,131^
SpO_2 pre (%)	99,5 (97–100)	99 (96–100)	0,774^
FiO_2 pre (%)	50 (40–50)	50 (40–60)	0,191^
Sistolik post (mmHg)	130,85 ± 16,75	134,40 ± 14,85	0,244#
Diastolik post (mmHg)	75,09 ± 11,76	74,93 ± 10,71	0,939#
Nadi post (x/menit)	87,24 ± 14,17	88,24 ± 18,33	0,752#
RR post (x/menit)	18 (12–25)	18 (12–30)	0,138^
SpO_2 post (%)	99 (95–100)	99 (91–100)	0,772^
FiO_2 post (%)	30 (30–50)	30 (30–80)	0,206^

Catatan: #) *Independent t-test*; ^) *Mann–Whitney U test*; RR = *respiratory rate*.

Tidak terdapat perbedaan statistik yang bermakna pada tekanan darah, denyut jantung, frekuensi napas, SpO_2, maupun FiO_2 antara kedua kelompok pada pengukuran yang dilaporkan. Temuan tersebut tidak ditafsirkan sebagai bukti ekuivalensi kedua teknik. FiO_2 pasca-ekstubasi memiliki median 30% pada kedua kelompok, tetapi rentangnya mencapai 50% pada kelompok tekanan positif dan 80% pada kelompok *suctioning*. Variasi tersebut penting dalam interpretasi P/F ratio karena FiO_2 merupakan penyebut dalam perhitungannya.

Tabel 4. Kejadian Klinis Pasca-Ekstubasi

Kejadian	Tekanan Positif (n=55)	*Suctioning* (n=55)	p†

This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

Setidaknya satu kejadian klinis	1 (1,8)	3 (5,5)	0,618
Desaturasi	0 (0,0)	2 (3,6)	0,495
NIV	1 (1,8)	0 (0,0)	1,000
Takipnea	0 (0,0)	0 (0,0)	–
Aspirasi	0 (0,0)	0 (0,0)	–
Reintubasi	0 (0,0)	1 (1,8)	1,000

Catatan: † *Fisher's exact test*; NIV = *non-invasive ventilation*.

Dalam analisis seluruh pasien yang telah dialokasikan, satu pasien pada kelompok tekanan positif memerlukan NIV dalam 30 menit pasca-ekstubasi. Pada kelompok *suctioning*, tercatat dua kejadian desaturasi dan satu reintubasi. Perbedaan kejadian klinis keseluruhan adalah −3,6 poin persentase (95% CI sekitar −13,2 hingga 4,9), dengan interval kepercayaan yang lebar dan melintasi nol. Tidak ditemukan takipnea atau aspirasi yang tercatat pada kedua kelompok. Rendahnya jumlah kejadian menyebabkan estimasi risiko tidak presisi dan tidak memungkinkan kesimpulan mengenai ekuivalensi atau superioritas keamanan salah satu teknik. Naskah awal sebelumnya mengecualikan pasien yang membutuhkan NIV dari tabel komplikasi.

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini adalah tidak ditemukannya perbedaan yang bermakna secara statistik pada perubahan P/F ratio antara teknik ekstubasi tekanan positif dan *suctioning*. Meskipun ΔP/F secara numerik lebih besar pada kelompok tekanan positif, perbedaan sebesar 40,43 mmHg memiliki 95% CI yang melintasi nol. Oleh karena itu, hasil tersebut tidak memberikan bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa tekanan positif menghasilkan perbaikan oksigenasi yang lebih besar. Interpretasi ini konsisten dengan *ExtubAR randomized clinical trial*, yang tidak menemukan perbedaan bermakna dalam komplikasi mayor antara teknik tekanan positif dan *suctioning*, serta *systematic review* yang menunjukkan bahwa keuntungan tekanan positif pada berbagai luaran klinis belum konsisten (Andreu et al., 2022; Shimada et al., 2023).

P/F ratio pasca-ekstubasi pada analisis tanpa penyesuaian memang lebih tinggi pada kelompok tekanan positif. Namun, temuan tersebut merupakan luaran sekunder, sedangkan perubahan P/F ratio yang telah ditetapkan sebagai luaran primer tidak berbeda secara signifikan. Selain itu, kelompok tekanan positif telah memiliki P/F ratio awal yang secara numerik lebih tinggi. Pada penelitian dengan pengukuran sebelum dan sesudah intervensi, interpretasi nilai akhir tanpa mempertimbangkan kondisi awal berpotensi menghasilkan kesimpulan yang berbeda dari analisis perubahan atau analisis yang menyesuaikan baseline (Vickers & Altman, 2001). Karena itu, nilai p=0,016 pada P/F pasca-ekstubasi tidak dapat digunakan secara mandiri untuk menyatakan superioritas teknik tekanan positif.

Interpretasi P/F ratio juga harus mempertimbangkan ketergantungannya terhadap FiO_2. Karbing et al. (2007) menunjukkan bahwa P/F ratio dapat berubah akibat perubahan FiO_2, bahkan ketika gangguan pertukaran gas yang mendasarinya tidak berubah secara proporsional. Definisi Berlin juga menempatkan P/F ratio dalam konteks tingkat dukungan respirasi tertentu, sehingga rasio tersebut tidak sepenuhnya independen dari kondisi pemberian oksigen dan ventilasi (Ranieri et al., 2012). Pada penelitian ini, FiO_2 sebelum ekstubasi diperoleh ketika pasien masih menggunakan ventilator, sedangkan nilai setelah ekstubasi berasal dari suplementasi oksigen dengan rentang yang lebih luas. Kondisi tersebut menjadi sumber ketidakpastian penting dalam membandingkan P/F ratio sebelum dan setelah ekstubasi.

Variasi FiO_2 pasca-ekstubasi pada penelitian ini memperkuat persoalan tersebut. Meskipun median FiO_2 sebesar 30% pada kedua kelompok, nilai yang tercatat mencapai 50% pada kelompok

 This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

tekanan positif dan 80% pada kelompok *suctioning*. Pada sistem oksigen aliran rendah, FiO_2 aktual dipengaruhi oleh laju aliran oksigen, pola inspirasi, ventilasi menit, dan pencampuran dengan udara ruangan. Studi INNOVATE juga menunjukkan bahwa strategi pemberian FiO_2 dan penggunaan *intratracheal suctioning* berkaitan dengan P/F ratio setelah ekstubasi serta kebutuhan NIV atau reintubasi (Prazak et al., 2025). Namun, karena studi tersebut mengubah FiO_2 dan *suctioning* secara bersamaan, kontribusi independen masing-masing faktor tidak dapat ditentukan. Temuan tersebut tetap menegaskan pentingnya standardisasi kondisi oksigen ketika P/F ratio digunakan sebagai luaran.

Secara fisiologis, terdapat dasar yang masuk akal bagi kemungkinan efek tekanan positif selama ekstubasi. Pada model *bench-top*, Hodd et al. (2010) menunjukkan bahwa peningkatan PEEP dapat mengurangi perpindahan sekret subglotis melewati *cuff*. Penelitian laboratorium Andreu et al. (2014) juga menunjukkan bahwa penerapan tekanan positif selama ekstubasi mengurangi kebocoran sekret menuju saluran napas bawah dibandingkan teknik yang melibatkan tekanan negatif. Bukti tersebut mendukung *biological plausibility* bahwa tekanan positif dapat mempertahankan tekanan jalan napas dan mengurangi migrasi sekret. Akan tetapi, karena kedua penelitian dilakukan dalam kondisi eksperimental, hasilnya tidak dapat digunakan sebagai bukti langsung bahwa teknik tekanan positif meningkatkan luaran klinis pasien ICU.

Beberapa penelitian klinis menunjukkan kemungkinan manfaat fisiologis yang sejalan dengan mekanisme tersebut. Prabhakaran et al. (2023) menemukan skor ultrasonografi paru yang lebih rendah setelah ekstubasi pada kelompok tekanan positif, yang mengindikasikan aerasi paru lebih baik dibandingkan ekstubasi tradisional. Liu et al. (2023), melalui *scoping review*, juga menemukan bahwa sejumlah penelitian melaporkan parameter gas darah dan tanda vital yang relatif baik setelah penggunaan teknik tekanan positif. Namun, penelitian-penelitian yang tersedia menggunakan populasi, tekanan jalan napas, teknik ekstubasi, dan luaran yang berbeda-beda sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara langsung. Temuan tersebut dapat menjelaskan kemungkinan perbedaan fisiologis antarteknik, tetapi tidak mengubah hasil primer penelitian ini yang tidak menunjukkan perbedaan statistik yang meyakinkan.

Bukti klinis yang lebih luas juga belum menunjukkan superioritas tekanan positif secara konsisten. Andreu et al. (2019) melaporkan bahwa teknik tekanan positif dapat dilakukan tanpa peningkatan komplikasi yang jelas, sedangkan *ExtubAR trial* dengan populasi lebih besar tidak menemukan perbedaan bermakna dalam komplikasi mayor antara kedua teknik (Andreu et al., 2022). Dalam *systematic review*, Shimada et al. (2023) menemukan arah efek yang pada beberapa luaran cenderung mendukung tekanan positif, tetapi sebagian besar estimasi tidak signifikan dan kualitas metodologis studi yang tersedia bervariasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai tambahan bukti mengenai respons fisiologis setelah ekstubasi daripada sebagai dasar untuk menyimpulkan perubahan praktik klinis.

Parameter tekanan darah, denyut jantung, frekuensi napas, dan SpO_2 juga tidak menunjukkan perbedaan statistik yang jelas antara kedua kelompok. Temuan tersebut sejalan dengan tinjauan Liu et al. (2023), yang menunjukkan bahwa perubahan hemodinamik akut setelah ekstubasi umumnya tidak berbeda secara konsisten antara teknik tekanan positif dan tekanan negatif. Namun, $p>0,05$ tidak membuktikan bahwa kedua metode ekuivalen. Penelitian ekuivalensi memerlukan hipotesis, margin ekuivalensi, serta besar sampel yang dirancang secara khusus. Oleh karena itu, hasil Tabel 3 lebih tepat diinterpretasikan sebagai tidak ditemukannya bukti perbedaan pada parameter fisiologis yang diamati dalam periode penelitian.

This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

Interpretasi serupa berlaku untuk komplikasi pasca-ekstubasi. Setelah pasien yang membutuhkan NIV tetap dimasukkan dalam evaluasi, kejadian klinis terdapat pada kedua kelompok, yaitu satu kejadian pada kelompok tekanan positif dan tiga pada kelompok *suctioning*. Jumlah tersebut terlalu kecil untuk memberikan estimasi risiko yang presisi. *Systematic review* Shimada et al. (2023) juga menunjukkan bahwa kejadian desaturasi, aspirasi, pneumonia, atelektasis, dan reintubasi relatif jarang dan belum memperlihatkan perbedaan yang konsisten antarteknik. Oleh sebab itu, rendahnya kejadian komplikasi dalam penelitian ini tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti bahwa salah satu teknik lebih aman.

Kebutuhan NIV maupun reintubasi juga tidak semestinya langsung diatribusikan pada prosedur ekstubasi. Kegagalan ekstubasi bersifat multifaktorial dan dapat berkaitan dengan kondisi pasien, penyakit penyerta, kemampuan batuk dan membersihkan sekret, status respirasi, serta kebutuhan dukungan pernapasan setelah ekstubasi. Thille et al. (2023) menunjukkan bahwa karakteristik klinis pasien dapat berhubungan dengan risiko kegagalan ekstubasi, sedangkan Hou et al. (2023) menemukan bahwa usia, durasi intubasi, dan keparahan penyakit merupakan beberapa faktor yang berkaitan dengan disfagia pasca-ekstubasi. Karena itu, penjelasan kausal terhadap kejadian individual, termasuk dugaan mikroaspirasi pada pasien yang direintubasi, tidak dapat dibuat tanpa bukti diagnostik tambahan.

Ketidakseimbangan distribusi jenis operasi merupakan faktor lain yang perlu diperhatikan. Kelompok *suctioning* memiliki proporsi BTKV yang lebih besar, sedangkan beberapa kategori operasi lebih banyak terdapat pada kelompok tekanan positif. Ketidakseimbangan tersebut tidak dengan sendirinya menunjukkan bahwa randomisasi gagal, karena variasi karakteristik awal dapat terjadi secara kebetulan setelah alokasi acak. Namun, jenis operasi mempunyai relevansi klinis terhadap kondisi respirasi pascaoperasi sehingga dapat meningkatkan ketidakpastian estimasi efek, terutama pada ukuran sampel yang terbatas. Oleh sebab itu, karakteristik baseline tidak seharusnya dinilai hanya berdasarkan signifikansi statistik, tetapi juga berdasarkan relevansi prognostiknya.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, terdapat ketidakseimbangan jenis operasi yang berpotensi memengaruhi respons respirasi pasca-ekstubasi. Kedua, FiO_2 pasca-ekstubasi tidak dikontrol seketat FiO_2 selama ventilasi mekanis sehingga P/F ratio setelah ekstubasi memiliki ketidakpastian pengukuran yang lebih besar (Karbing et al., 2007). Ketiga, jumlah komplikasi sangat sedikit sehingga penelitian tidak memiliki presisi yang memadai untuk menilai perbedaan kejadian yang jarang. Keempat, penelitian dilakukan di satu SICU dan mengeksklusi sejumlah kondisi pulmoner, sehingga hasilnya perlu digeneralisasikan secara hati-hati kepada pasien dengan gangguan respirasi berat. Kelima, satu pasien memerlukan NIV dalam 30 menit setelah ekstubasi sehingga data P/F berpasangan tidak tersedia, meskipun kejadian tersebut tetap dimasukkan sebagai luaran klinis.

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak menemukan bukti yang cukup mengenai perbedaan perubahan P/F ratio antara ekstubasi tekanan positif dan *suctioning*. Tekanan positif mempunyai dasar fisiologis yang dapat menjelaskan kemungkinan pemeliharaan aerasi paru dan pengurangan perpindahan sekret (Andreu et al., 2014; Hodd et al., 2010; Prabhakaran et al., 2023), tetapi hasil penelitian ini serta bukti RCT dan *systematic review* yang tersedia belum menunjukkan manfaat klinis yang konsisten (Andreu et al., 2022; Shimada et al., 2023). Temuan mengenai P/F ratio pasca-ekstubasi yang lebih tinggi pada kelompok tekanan positif sebaiknya dipandang sebagai hasil sekunder yang memerlukan konfirmasi dalam penelitian dengan standardisasi FiO_2, kontrol faktor prognostik, dan ukuran sampel yang memadai untuk menilai luaran klinis

 This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

Simpulan

Penelitian ini tidak menemukan bukti yang cukup mengenai perbedaan perubahan P/F ratio antara teknik ekstubasi tekanan positif dan *suctioning* pada pasien SICU. Meskipun peningkatan P/F ratio secara numerik lebih besar pada kelompok tekanan positif, perbedaan ΔP/F sebagai luaran primer tidak mencapai signifikansi statistik dan interval kepercayaannya melintasi nol. P/F ratio pasca-ekstubasi yang lebih tinggi pada kelompok tekanan positif merupakan temuan sekunder yang perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan perbedaan nilai awal dan variasi FiO_2 setelah ekstubasi. Kejadian klinis pasca-ekstubasi relatif sedikit pada kedua kelompok sehingga penelitian ini tidak memiliki presisi yang memadai untuk menyimpulkan perbedaan keamanan atau superioritas salah satu teknik. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan standardisasi FiO_2 pasca-ekstubasi, penyesuaian terhadap faktor prognostik, serta ukuran sampel yang memadai untuk mengevaluasi luaran klinis yang jarang.

Deklarasi

Seluruh penulis berkontribusi pada konseptualisasi penelitian, pengumpulan dan verifikasi data, analisis dan interpretasi hasil, penyusunan naskah, serta penelaahan kritis terhadap substansi ilmiah. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip serta bertanggung jawab atas integritas data dan isi artikel. Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan yang berkaitan dengan penelitian dan publikasi artikel ini. Data yang mendukung temuan penelitian tersedia dari penulis korespondensi atas permintaan yang wajar dan sesuai dengan ketentuan kerahasiaan data pasien. ChatGPT dari OpenAI digunakan secara terbatas untuk membantu penyuntingan bahasa, peningkatan keterbacaan, konsistensi struktur manuskrip, dan pemeriksaan penyajian referensi; teknologi tersebut tidak digunakan untuk menghasilkan, memodifikasi, atau merekayasa data penelitian, melakukan analisis statistik, maupun menentukan interpretasi dan kesimpulan ilmiah. Penulis menyampaikan terima kasih kepada RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta atas izi.n dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

References

Andreu, M. F., Dotta, M. E., Bezzi, M. G., Borello, S., Cardoso, G. P., Dib, P. C., García Schustereder, S. L., Galloli, A. M., Castro, D. R., Di Giorgio, V. L., Villalba, F. J., Bertozzi, M. N., Carballo, J. M., Martín, M. C., Brovia, C. C., Pita, M. C., Pedace, M. P., De Benedetto, M. F., Delli Carpini, J., ... Montero, G. (2019). Safety of positive pressure extubation technique. *Respiratory Care, 64*(8), 899–907. doi:10.4187/respcare.06541.

Andreu, M. F., Salvati, I. G., Donnianni, M. C., Ibañez, B., Cotignola, M., & Bezzi, M. (2014). Effect of applying positive pressure with or without endotracheal suctioning during extubation: A laboratory study. *Respiratory Care, 59*(12), 1905–1911. doi:10.4187/respcare.03121.

Andreu, M., Bertozzi, M., Bezzi, M., Borello, S., Castro, D., Di Giorgio, V., Aguirre, M., & ExtubAR Group. (2022). Comparison of two extubation techniques in critically ill adult subjects: The ExtubAR randomized clinical trial. *Respiratory Care, 67*(1), 76–86. doi:10.4187/respcare.09276.

Artime, C. A., & Hagberg, C. A. (2014). Tracheal extubation. *Respiratory Care, 59*(6), 991–1005. doi:10.4187/respcare.02926.

ARDS Definition Task Force, Ranieri, V. M., Rubenfeld, G. D., Thompson, B. T., Ferguson, N. D., Caldwell, E., Fan, E., Camporota, L., & Slutsky, A. S. (2012). Acute respiratory distress syndrome: The Berlin Definition. *JAMA, 307*(23), 2526–2533. doi:10.1001/jama.2012.5669.

Hodd, J., Doyle, A., Carter, J., Albarran, J., & Young, P. (2010). Increasing positive end expiratory pressure at extubation reduces subglottic secretion aspiration in a bench-top model. *Nursing in Critical Care, 15*(5), 257–261. doi:10.1111/j.1478-5153.2010.00422.x.

This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

Hopewell, S., Chan, A.-W., Collins, G. S., Hróbjartsson, A., Moher, D., Schulz, K. F., et al. (2025). CONSORT 2025 statement: Updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ, 389*, e081123. doi:10.1136/bmj-2024-081123.

Hou, L., Li, Y., Wang, J., Wang, Y., Wang, J., Hu, G., et al. (2023). Risk factors for post-extubation dysphagia in ICU: A systematic review and meta-analysis. *Medicine, 102*(10), e33153. doi:10.1097/MD.0000000000033153.

International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. (2019). *ICH E9(R1): Addendum on estimands and sensitivity analysis in clinical trials to the guideline on statistical principles for clinical trials*.

Jaber, S., Quintard, H., Cinotti, R., Asehnoune, K., Arnal, J.-M., Guitton, C., Paugam-Burtz, C., Abback, P., Mekontso Dessap, A., Lakhal, K., Lasocki, S., et al. (2018). Risk factors and outcomes for airway failure versus non-airway failure in the intensive care unit: A multicenter observational study of 1,514 extubation procedures. *Critical Care, 22*, 236. doi:10.1186/s13054-018-2150-6.

Karbing, D. S., Kjærgaard, S., Smith, B. W., Espersen, K., Allerød, C., Andreassen, S., & Rees, S. E. (2007). Variation in the PaO_2/FiO_2 ratio with FiO_2: Mathematical and experimental description, and clinical relevance. *Critical Care, 11*(6), R118. doi:10.1186/cc6174.

Kacmarek, R. M., Stoller, J. K., & Heuer, A. J. (Eds.). (2021). *Egan's fundamentals of respiratory care* (12th ed.). Elsevier.

Liu, J., Li, F., Qi, X., Zhuang, X., & Cui, Z. (2023). Positive- vs. negative-pressure extubation technique: A scoping review. *Frontiers in Medicine, 10*, 1169879. doi:10.3389/fmed.2023.1169879.

Prabhakaran, A. T., Vanalal, D., Soni, K. D., Baidya, D. K., Aggarwal, R., Binu, H., et al. (2023). Comparison of positive pressure extubation with traditional extubation in critically ill patients: A randomised control study. *Anaesthesiology Intensive Therapy, 55*(1), 38–45. doi:10.5114/ait.2023.125584.

Prazak, J., Schenk, N. V., Schefold, J. C., Bachmann, K. F., & Berger, D. (2025). Effects of preoxygenation with intratracheal suctioning during extubation: An alternating cluster-controlled trial (INNOVATE). *Critical Care Medicine, 53*(11), e2179–e2190. doi:10.1097/CCM.0000000000006819.

Shimada, K., Inokuchi, R., Iwagami, M., Tanaka, M., & Tamiya, N. (2023). Comparison of postextubation complications between positive-pressure and suctioning techniques: A systematic review. *Respiratory Care, 68*(3), 429–436. doi:10.4187/respcare.10326.

Thille, A. W., Boissier, F., Coudroy, R., Le Pape, S., Arrivé, F., Marchasson, L., Frat, J.-P., & Ragot, S. (2023). Sex difference in the risk of extubation failure in ICUs. *Annals of Intensive Care, 13*, 130. doi:10.1186/s13613-023-01225-7.

Thille, A. W., Richard, J.-C. M., & Brochard, L. (2013). The decision to extubate in the intensive care unit. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 187*(12), 1294–1302. doi:10.1164/rccm.201208-1523CI.

Vickers, A. J., & Altman, D. G. (2001). Analysing controlled trials with baseline and follow up measurements. *BMJ, 323*(7321), 1123–1124. doi:10.1136/bmj.323.7321.1123.

Zhong, B. (2009). How to calculate sample size in randomized controlled trial? *Journal of Thoracic Disease, 1*(1), 51–54.

.

 This is an open access article under CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)