

Trakeostomi Dini pada Pasien Covid-19: Bukti Saat Ini: Tinjauan Naratif

Muhammad Imam Mulia^{*)}, Fakhri Wicaksono^{*)}, Dara Lalita Darmestari^{*)}, Dis Bima Purwaamidjaja^{**)}, Adika Putri Pratiwi^{*)}, Juan Carson Roy Nathanael Marbun^{*)}

^{*)}Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia–RSU Polri Jakarta,

^{**)}Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani - Cimahi
Korespondensi: muhammadimammulia@gmail.com

Abstrak

Pendahuluan: Trakeostomi sering dilakukan pada pasien yang memerlukan ventilasi mekanis berkepanjangan. Pada pasien Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), waktu pelaksanaannya masih diperdebatkan karena perlu menyeimbangkan manfaat klinis dan risiko transmisi aerosol kepada tenaga kesehatan. Tinjauan naratif ini mengevaluasi bukti terkini mengenai efektivitas, keamanan, dan waktu optimal trakeostomi dini pada pasien COVID-19.

Metode: Penelusuran literatur dilakukan pada PubMed/MEDLINE, Scopus, Cochrane Library, dan Google Scholar untuk publikasi tahun 2020–2026, dengan memprioritaskan meta-analisis, uji klinis, dan studi kohort berskala besar.

Hasil: Trakeostomi dini, umumnya dilakukan 7–14 hari setelah intubasi, dikaitkan dengan durasi ventilasi mekanis yang lebih singkat, penyapihan ventilator yang lebih cepat, serta penurunan lama rawat di ICU dan rumah sakit pada pasien terpilih, tanpa peningkatan mortalitas. Sejumlah studi juga melaporkan penurunan kejadian *ventilator-associated pneumonia*. Risiko transmisi SARS-CoV-2 kepada tenaga kesehatan tetap rendah apabila prosedur dilakukan dengan alat pelindung diri yang memadai, teknik mitigasi aerosol, dan seleksi pasien yang tepat.

Simpulan: Meskipun sebagian besar bukti berasal dari studi observasional dengan heterogenitas tinggi, temuan terkini menunjukkan bahwa trakeostomi dini merupakan pilihan yang aman dan efektif bagi pasien COVID-19 yang memenuhi kriteria klinis. Studi prospektif berkualitas tinggi masih diperlukan untuk memperkuat rekomendasi mengenai waktu pelaksanaan yang optimal.

Kata kunci: COVID-19, penyapihan ventilator, perawatan intensif, trakeostomi dini, ventilasi mekanis, *ventilator-associated pneumonia*

Early Tracheostomy in Covid-19 Patients: Current Evidence: Narrative Review

Abstract

Introduction: Tracheostomy is commonly performed in patients requiring prolonged mechanical ventilation. In coronavirus disease 2019 (COVID-19), its timing remains controversial because clinical benefits must be balanced against the risk of aerosol transmission to healthcare workers. This narrative review evaluates current evidence regarding the effectiveness, safety, and optimal timing of early tracheostomy in patients with COVID-19.

Method: PubMed/MEDLINE, Scopus, the Cochrane Library, and Google Scholar were searched for publications from 2020 to 2026, prioritizing meta-analyses, clinical trials, and large cohort studies.

Result: Early tracheostomy, generally performed 7–14 days after intubation, was associated with a shorter duration of mechanical ventilation, faster ventilator weaning, and reduced ICU and hospital length of stay in selected patients, without increased mortality. Several studies also reported a lower incidence of ventilator-associated pneumonia. The risk of SARS-CoV-2 transmission to healthcare workers remained low when adequate personal protective equipment, aerosol-mitigation techniques, and appropriate patient selection were used.

Conclusion: Although most evidence derives from heterogeneous observational studies, current findings indicate that early tracheostomy is a safe and effective option for patients with COVID-19 who meet clinical criteria. High-quality prospective studies are required to strengthen recommendations regarding optimal timing.

Key words: COVID-19, early Tracheostomy, intensive care, mechanical ventilator, ventilator-associated pneumonia, weaning ventilator

Received: August 16, 2026; Accepted: August 19, 2026; Publish: August 21, 2026

Muhammad Imam Mulia, Fakhri Wicaksono Dara Lalita Darmestari, Dis Bima Purwaamidjaja, Adika Putri Pratiwi, Juan Carson Roy Nathanael Marbun Copyright ©2026

How to cite: Rindiati FA, et al, "Trakeostomi Dini pada Pasien Covid-19: Bukti Saat Ini: Tinjauan Naratif".

Pendahuluan

Trakeostomi sering dilakukan pada pasien ICU dengan kebutuhan ventilasi mekanis jangka panjang untuk mengurangi resistensi jalan napas dan jumlah *dead space*, memudahkan penanganan sekresi, serta mengurangi kebutuhan sedasi. Hal ini dikarenakan intubasi endotrakeal dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai komplikasi termasuk cedera mukosa trakea, ulserasi, stenosis subglotis, serta peningkatan risiko *ventilator-associated pneumonia* (VAP).^{1,2} *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19), yang ditandai dengan *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) berat, sering kali memerlukan ventilasi mekanik invasif berkepanjangan (≥ 2 minggu) dengan morbiditas tinggi (VAP, sedasi tinggi, stenosis trakea).

Sebelum pandemi, data ARDS menunjukkan trakeostomi “dini” (7–10 hari) dapat menurunkan durasi ventilasi dan VAP. Namun kekhawatiran penularan SARS-CoV-2 lewat aerosol menyebabkan kebijakan awal menunda prosedur ini hingga pasien menunjukkan perbaikan atau negatif uji *Polymerase Chain Reaction* (PCR).^{2,3} Seiring berkembangnya pandemi, bukti yang muncul dari kohort berskala besar mulai menantang pendekatan “tunggu dan lihat”, menunjukkan bahwa intervensi dini dapat memitigasi morbiditas sekunder yang terkait dengan perawatan kritis COVID-19. Studi retrospektif dan meta-analisis baru-baru ini mengindikasikan trakeostomi dini relatif aman bagi pasien dan tenaga kesehatan jika menggunakan pelindung penuh.⁴⁻⁸ Rasionalisasi utama trakeostomi dini pada COVID-19 adalah untuk mempercepat pemutusan ventilator dan mengurangi beban ICU, terutama saat sumber daya terbatas. Scoping review ini bertujuan untuk mengulas secara terstruktur bagaimana indikasi trakeostomi dini dan pemaparan bukti-bukti terkini yang menunjukkan keluaran terhadap pasien COVID-19, tepat 6 tahun setelah kejadian katastrofe yang dulu mengguncang dunia.

Metode

Untuk menyusun tinjauan naratif ini, dilakukan pencarian literatur dengan pendekatan

sistematis pada basis data utama termasuk PubMed/MEDLINE, Scopus, Cochrane Library, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci Boolean: (“COVID-19” OR “SARS-CoV-2”) AND (“Early Tracheostomy”) AND (“Timing” OR “Outcomes”) AND (“Mechanical Ventilation”).

Kriteria inklusi difokuskan pada studi yang diterbitkan 5 tahun kebelakang, yakni antara Januari 2020 hingga April 2026, dengan prioritas pada meta-analisis, uji klinis acak (RCT), dan studi kohort prospektif berskala besar (jumlah sampel > 100). Kami secara khusus menelaah bukti terbaru dari tahun 2023–2025 (seperti studi COVID Trach dan Grotowska dkk.) untuk mencerminkan manajemen klinis pada era pasca-vaksinasi dan varian terbaru.

Hasil

Hasil penelitian terlihat pada tabel 1.

Pembahasan

Menelaah Kembali Dasar Fisiologi Trakeostomi

Keuntungan mekanis utama trakeostomi pada pasien COVID-19 dapat dijelaskan secara fundamental melalui Hukum Poiseuille. Dalam formula ini, resistensi berbanding lurus dengan panjang tabung dan berbanding terbalik dengan pangkat empat jari-jarinya. Pipa endotrakeal (ETT) standar memiliki panjang yang signifikan dan kurvatur yang sering kali menimbulkan aliran turbulen, yang secara kolektif meningkatkan beban kerja pernapasan resistif (*resistive work of breathing*). Pada pasien ARDS COVID-19 dengan compliance paru yang rendah (Tipe H), beban tambahan dari ETT dapat mempercepat kelelahan otot diafragma. Dengan mengganti ETT menjadi kanul trakeostomi yang lebih pendek, kita secara drastis mengurangi variabel L, sehingga menurunkan resistensi sirkuit secara signifikan. Selain itu, trakeostomi secara efektif memangkas ruang rugi (*dead space*) anatomis sebesar 100–150 mL. Pengurangan rasio Vd/Vt (ruang rugi terhadap volume tidal) ini sangat krusial bagi pasien yang mengalami kegagalan ventilasi, karena memungkinkan pertukaran gas yang lebih efisien pada volume tidal rendah, yang sejalan

Tabel 1. Ringkasan Studi Trakeostomi Dini pada COVID-19

Studi (Penulis, Tahun)	Desain (Lokasi)	Subjek	Definisi “Dini” (hari)	Durasi Ventilator (dini vs lambat)	LOS ICU/ Rumah Sakit (dini vs lambat)	Mortalitas	Keluaran lain
Kwak dkk., 2020 ⁴	Retrospektif (USA, NYC)	148	≤9 hari (intubasi)	26.5 vs 31 hari (tidak signifikan)	LOS 40 vs 49 hari	~21% total (tidak berbeda)	Tidak ada peningkatan infeksi petugas
Patel dkk., 2024 ²	Retrospektif (USA, NYC)	177	≤12 hari	12 vs 23 hari (p<0.05)	ICU↓ (23 vs 38 hari), RS↓ (35 vs 52 hari)	Tak terpengaruh	–
Grotowska dkk., 2024 ⁵	Retrospektif (Polandia)	60	≤13 hari	18 vs 33 hari (p<0.05)	ICU 20 vs 31 hari (p<0.05)	–	VAP 19% vs 72% (p<0.05); Hemodialisis lebih rendah
Alkoheji dkk., 2024 ⁶	Retrospektif (Bahrain)	36	≤14 hari	Tidak berbeda	Tidak signifikan	9 vs 7 kematian (dini vs lambat; p>0.05)	Infeksi bakteri/ komplikasi lain serupa
Battaglini dkk., 2022 ⁷	Meta-analisis (46 publikasi)	5268	– (rerata 16.5 hari)	23.4 hari (rerata) – tidak terkait timing	ICU 29.6 hari; RS 38.8 hari (rerata)	22.1% (avg)	Komplikasi: infeksi stoma, perdarahan
Haywood dkk., 2025 ⁸	Kohort prospektif (UK)	1982	≤7 vs 8–14 vs ≥14	Weaning tercepat saat 8–14 hari (12 hari pasca trakeostomi)	–	OR 0.64 (8–14d)	8 petugas terinfeksi (≤2 minggu setelah)

dengan prinsip *lung-protective ventilation*.

Evolusi Pengertian dan Indikasi Pasien

Waktu terbaik melakukan trakeostomi masih dalam kontroversi dan butuh penelitian lebih lanjut. Bukti terbaru saat ini menunjukkan sebaiknya menunda trakeostomi paling tidak 14 hari setelah intubasi. Tidak ada kesepakatan baku mengenai kapan trakeostomi dianggap “dini” dan belum ada konsensus internasional yang menyepakati periode yang pasti. Berbagai panduan klinis dari negara-negara maju menggunakan ambang 7–14 hari setelah intubasi. Sebagai contoh, studi kohort di New York AS

mendefinisikan “dini” jika dilakukan kurang dari 10 hari setelah intubasi. Sementara studi lain menggunakan batas ≤12 atau ≤14 hari. Secara *guideline*, Panduan Internal Rumah Sakit Pendidikan *University of Pennsylvania* merekomendasikan untuk dilakukan trakeostomi pada pasien dengan intubasi >10–14 hari tanpa perkiraan ekstubasi dalam 5–7 hari ke depan.^{2,9} Pasien terpilih untuk trakeostomi dini umumnya memiliki prognosis pemulihan yang baik dan indikasi seperti: obesitas ekstrem, edema laring atau jalan napas sulit, kebutuhan dekontaminasi sekret, atau penggunaan *Extracorporeal Membrane Oxygenation* (ECMO). Kriteria positif (respirasi terkontrol, hemodinamik

stabil, perbaikan infeksi) dipertimbangkan bersama kondisi pasien, karena trakeostomi juga berisiko aerosol dan komplikasi *juxta-tracheal*.

Evolusi Teknik Prosedur dan Modifikasi COVID-19

Trakeostomi pada COVID-19 dapat dilakukan secara bedah terbuka atau *Percutaneous Dilational Tracheostomy* (*bedside* PDT) sesuai keahlian tim. Panduan menyatakan kedua teknik sama-sama dapat diterima, dengan penggunaan pelumpuh otot (*paralysis*) dan bronkoskopi (untuk PDT) guna meminimalkan kesalahan posisi kateter. Faktor keamanan sangat ditekankan: prosedur sebaiknya berlangsung di ruang tekanan negatif (isolasi) atau kamar operasi dengan aliran udara terkontrol, menggunakan PPE level tinggi (PAPR atau minimal N95+*face shield*) bagi seluruh tim, serta mengurangi jumlah personil (misalnya 2 orang untuk metode bedah, 3 untuk perkutaneus).

Ventilasi dihentikan sesaat saat memasang trakeostomi agar meminimalkan aerosol, dan kateter sedikit ditiup distal/*cuff* terjauh saat membelah trakea. Sebelum prosedur, disebutkan penting melakukan tes infeksi/*viral load* atau menunggu indikator perbaikan inflamasi, meski penelitian terbaru menunjukkan pada dasarnya aman selama pelindung dipakai. Berdasarkan pedoman dari *International Archives of Otorhinolaryngology*, terdapat beberapa "pearls" klinis yang harus dipatuhi. Dari segi farmakologi, pasien harus diinduksi dengan agen anestesi yang adekuat dan pelumpuh otot (*neuromuscular block*) secara lengkap sebelum prosedur dimulai untuk mencegah refleks batuk yang dapat memicu aerosolisasi masif. Dari segi waktu diskontinuitas ventilator, tindakan harus dilakukan se-efisien dan secepat mungkin untuk meminimalkan durasi pelepasan sirkuit ventilator. Yang terakhir dari segi teknisitas, meskipun PDT merupakan standar di banyak ICU, beberapa ahli menyarankan teknik bedah terbuka pada pasien COVID-19 untuk menghindari penggunaan dilator sekuensial yang memerlukan manipulasi jalan napas berulang, serta menghindari risiko cedera dinding trakea pada prosedur yang bersifat "*blind*".^{3,9}

Pasien dengan COVID-19 yang terintubasi menunjukkan tanda perbaikan klinis setelah dilakukan trakeostomi dini dan tindakan tersebut bersifat aman jika dilakukan dengan *safety precautions*.¹⁰ Pemilihan antara bedah terbuka dan *Percutaneous Dilational Tracheostomy* (PDT) pada era COVID-19 memerlukan pertimbangan klinis yang jauh lebih dalam daripada sekadar kemudahan prosedur. Meskipun PDT merupakan standar emas di banyak ICU karena bersifat minimal invasif, prosedur ini secara inheren merupakan "prosedur buta" (*blind procedure*).

Dilatasi trakea dilakukan tanpa visualisasi langsung terhadap struktur vaskular leher, kecuali jika menggunakan bantuan bronkoskopi—yang pada pasien COVID-19 sangat dihindari karena risiko aerosolisasi masif. Kritik utama terhadap penggunaan PDT pada populasi ini berkaitan dengan profil koagulasi pasien. Pasien COVID-19 kritis sering kali berada dalam status hiperkoagulabilitas dan mendapatkan terapi antikoagulan dosis terapeutik (seperti heparin). Dalam kondisi ini, risiko perdarahan akibat cedera pembuluh darah yang tidak teridentifikasi selama proses dilatasi oklusif pada PDT meningkat secara signifikan. Sebaliknya, teknik bedah terbuka memungkinkan operator untuk melakukan diseksi tumpul dan identifikasi vaskular secara visual, serta melakukan hemostasis secara langsung dan presisi. Oleh karena itu, bedah terbuka menawarkan profil keamanan yang lebih unggul bagi pasien COVID-19 dengan risiko perdarahan tinggi, sekaligus meminimalkan manipulasi jalan napas yang berulang.

Hasil Klinis dan Efikasi

Tabel 1 menunjukkan ringkasan studi utama terkait trakeostomi dini COVID-19. Sebagian besar data berasal dari studi observasional retrospektif dengan heterogenitas tinggi (baik karakteristik pasien maupun protokol). Tidak ada RCT tersendiri pada populasi COVID-19 hingga kini (*Cochrane* menunggu hasil tinjauan). Potensi bias meliputi: seleksi pasien (pasien lebih stabil cenderung dipilih untuk intervensi dini), belum adanya *blinding*, serta

variasi manajemen pendukung (dokter operator, ventilator, terapi adjuvan). Ukuran sampel kecil pada beberapa kohort ($n < 100$) dapat menurunkan kekuatan statistik. Selain itu, studi meta sering menggabungkan trakeostomi dengan berbagai teknik dan definisi waktu, menyulitkan generalisasi. Meski demikian, konsistensi hasil non-perbedaan mortalitas dan keselamatan melintas berbagai studi memperkuat validitas temuan utama. Berbagai studi kohort mencatat bahwa trakeostomi dini tidak menaikkan angka kematian dan justru berkaitan dengan perbaikan indikator keluaran ventilator.

Salah satu studi kohort NYC ($n=148$) melaporkan panjang rawat median lebih pendek pada kelompok dini (40 vs 49 hari) tanpa perbedaan mortalitas. Perbedaan itu tampak terutama pada total durasi perawatan, sedangkan hari bebas ventilator cenderung lebih panjang pada trakeostomi dini (26.5 vs 31 hari, p tidak signifikan).^{2,4} Demikian pula, studi di Rumah Sakit Mount Sinai ($n=177$) menemukan bahwa trakeostomi ≤ 12 hari mengurangi durasi ventilator serta lama inap ICU/Rumah Sakit tanpa memengaruhi angka mortalitas keseluruhan.² Sebagai data pendukung, meta-analisis sistematis Battaglini (47 studi, $n=5268$) tidak menemukan hubungan signifikan antara waktu trakeostomi dengan mortalitas atau durasi ventilasi, menunjukkan bahwa secara agregat, tempralisme atau keterlambatan prosedur tidak determinan utama hasil akhir.⁷

Studi di Polandia menggarisbawahi keluaran menguntungkan pada pneumonia COVID-19: trakeostomi ≤ 13 hari secara dramatis menurunkan insiden VAP (19% vs 72%) dan memperpendek ventilasi (18 vs 33 hari) serta ICU/HLOS. Di sisi lain, studi kecil Bahrain ($n=36$) tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada kejadian infeksi atau mortalitas antara trakeostomi dini (≤ 14 hari) dan lambat.⁵ Keseluruhan data menunjukkan trakeostomi dini setidaknya non-inferior dalam berbagai *outcome*, dengan kecenderungan beberapa manfaat ventilator dan LOS pada subkelompok tertentu. **Komplikasi dan Keamanan**

Komplikasi pasca-trakeostomi mirip dengan kasus non-COVID: infeksi luka stoma, ulkus tekan atau nekrosis, perdarahan, dan cedera

trakeal ringan adalah yang paling umum. Tidak ada sinyal signifikan bahwa trakeostomi dini meningkatkan risiko *ventilator-associated pneumonia* (berbeda dengan kadar ventilasi sebelumnya). Studi meta melaporkan komplikasi tersebut bersifat rendah, dan trakeostomi dini tidak meningkatkan komplikasi serius. Risiko penularan SARS-CoV-2 ke tim pelaksana juga sangat kecil bila protokol PPE diikuti. Sebuah kohort 100 trakeostomi di Inggris tidak mengaitkan satu pun kasus infeksi petugas dari prosedur tersebut, dan tinjauan sistematis melaporkan 94.8% studi tidak menemukan transmisi ke tenaga kesehatan selama trakeostomi. Dengan langkah mitigasi (ruang negatif, PAPR/N95, pemberian neuromuskular blok) potensi aerosol dapat diminimalkan. Kontraindikasi eksplisit meliputi: ketidakstabilan hemodinamik atau gagal respirasi berat yang parah (PEEP > 15 cmH₂O atau FiO₂ $> 80\%$), gangguan koagulasi berat, atau prognosis akhir (bukan kandidat ICU).

Rekomendasi Praktis dan Etis

Berdasarkan bukti terkini, trakeostomi dapat dipertimbangkan setelah minimal ~ 10 –14 hari intubasi jika pasien masih bergantung ventilator dan prognosis membaik. Keputusan awal (≤ 7 –10 hari) lebih baik disesuaikan khusus: misalnya, pasien ECMO atau jalan napas sulit mungkin diuntungkan oleh trakeostomi lebih awal. Sebelum melakukan trakeostomi, tim multidisiplin harus menilai stabilitas hemodinamik (PEEP, kebutuhan O₂), status koagulasi, dan prognosis neurologis. Kontraindikasi relatif termasuk ventilasi sangat tinggi (FiO₂ > 0.8 , PEEP > 15 –20 cmH₂O) atau ketidaksiapan pasien secara keseluruhan.

Dalam menjalankan prosedur, pastikan pemakaian PPE lengkap (masker N95/PAPR, baju *hazmat*), sedasi optimal, dan langkah mitigasi aerosol (penutupan ventilator, ruangan negatif).⁸ Secara etis, trakeostomi harus didiskusikan dengan pasien atau keluarga, mencakup manfaat (percepatan *weaning*, kenyamanan) dan risiko (komplikasi, paparan petugas). Regulasi lokal mengharuskan *informed consent*, terutama untuk intervensi eksperimental seperti timing baru di masa pandemi. Kelompok etik institusi dan protokol nasional (misal Perhimpunan

Perinatologi/Resusitasi Indonesia) dapat memberikan pedoman pelaksanaan aman (ruang isolasi, *donning/doffing*) agar standar keselamatan pekerja terpenuhi. Tidak ada larangan eksplisit melaksanakan trakeostomi dini asalkan pedoman di atas dipenuhi.

Simpulan

Trakeostomi dini pada pasien COVID-19 memberikan manfaat reduksi ventilator dan durasi rawat inap tanpa menambah mortalitas atau risiko penularan jika dilaksanakan hati-hati. Batas waktu “dini” berkisar 7–14 hari intubasi, dengan studi terbaru menunjukkan periode 8–14 hari optimal. Prosedur ini memerlukan modifikasi ketat (PPE tingkat tinggi, ruangan negatif) untuk melindungi tenaga kesehatan. Meskipun data saat ini bersifat observasional dan heterogen, tinjauan ini mengindikasikan bahwa dengan seleksi pasien yang tepat, trakeostomi dini aman dan efisien untuk pasien COVID-19 kritis. Diperlukan penelitian lebih lanjut (misalnya RCT) untuk memperkuat rekomendasi protokoler dan menetapkan manajemen klinis terbaik.

Daftar Pustaka

1. Michetti CP, Burlew CC, Bulger EM, Davis KA, Spain DA. Performing tracheostomy during the COVID-19 pandemic: guidance and recommendations from the Critical Care and Acute Care Surgery Committees of the American Association for the Surgery of Trauma. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2020;5(1):e000482.
2. Patel D, Devivo A, Leibner E, Shittu A, Govindarajulu U, Tandon P, et al. The COVID-19 tracheostomy experience at a large academic medical center in New York during the first year. *J Clinical Med*. 2024;13(7):2130.
3. Purwaamidjaja DB, Lestari MI. Trakeostomi dini pada pasien kritis coronavirus disease (COVID-19). *MACC Jurnal Anestesi*. 2020;3(2):115–24.
4. Kwak PE, Connors JR, Benedict PA, Timen MS, Wang B, Zhang Y, et al. Early outcomes from early tracheostomy for patients with COVID-19. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021;147(3):239–44.
5. Grotowska M, Skalec T, Wojtowicz I, Duszyńska W. Early tracheostomy in ventilated COVID-19 patients reduces incidence of ventilator-associated pneumonia. *Sci Rep*. 2024;14(1):8111.
6. Alkoheji H, Almadani A, Alkoheji M, Alkoheji A. Clinical outcomes of early vs. late tracheostomy in ventilated COVID-19 patients. *Cureus*. 2024;16(3):e56312.
7. Battaglini D, Missale F, Schiavetti I, Gado R, Ball L, Brunetti I, et al. Tracheostomy outcomes in critically ill patients with COVID-19: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Br J Anaesth*. 2022;129(5):693–702.
8. Haywood M, Ambler G, Walker C, Arora A, Jacob T, Schilder AGM, et al.; COVIDTrach Collaborators. The COVIDTrach prospective cohort study on outcomes in 1982 tracheostomised COVID-19 patients during the first and second UK pandemic waves. *Scientific Report*. 2025;15:23013.
9. Kaushal D, Goyal S, Nair NP, Soni K, Choudhury B, Kumari M, et al. Tips and pearls for tracheostomy during the COVID-19 pandemic. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2021;25(3):e459–e462.
10. Alwasil S, Aldoseri M, Alkhan J, Nasser M, Alshehabi M. Outcome of early vs. late tracheostomy in ventilated COVID-19 patients: a retrospective study. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2025;77:3654–61.