

High-Flow Nasal Cannula untuk Pengelolaan Acute Respiratory Distress Syndrome Akibat COVID-19

Dimas Hadi Prayoga

Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi S1 Ilmu Keperawatan, Universitas Gresik, Gresik, Indonesia;
gaya.sulthan@gmail.com (koresponden)

Natalia Christin Tiara Revita

Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi S1 Ilmu Keperawatan, Universitas Gresik, Gresik, Indonesia;
natalia.revita27@gmail.com

Devy Syanindita Roshida

Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi S1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Gresik, Gresik, Indonesia; devy.dsr@gmail.com

Eska Distia Permatasari

Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi S1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Gresik, Gresik, Indonesia; eskadistia@gmail.com

ABSTRACT

Acute Respiratory Distress Syndrome as a clinical condition of severe lung disease associated with pneumonia, sepsis, and trauma due to COVID-19. Acute Respiratory Distress Syndrome induced by COVID-19 has a high mortality rate. The selection of mechanical ventilation is very necessary so that it can be used as the right management for Acute Respiratory Distress Syndrome caused by COVID-19. This review aimed to obtain information related to the prevention of increasing cases of Acute Respiratory Distress Syndrome in COVID-19. Search strategies relevant to the study topic were carried out using several databases, namely Scopus, PubMed, ScienceDirect, EBSCO and ProQuest. Abstracts and full-text articles were reviewed to select themes that fit the criteria. Articles were limited to studies that used randomized controlled trials, a minimum duration of intervention months, and were published from January 2017 to September 2022. The review results showed that all articles used a Randomized Controlled Trials design, while evidence of relative effectiveness was found in high-flow nasal cannula rather than non-invasive ventilation. There were seven articles explaining that high-flow nasal cannula reduces the indication for intubation in patients. It was concluded that patients treated with high-flow nasal cannula showed better results compared to non-invasive ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19.

Keywords: Acute Respiratory Distress Syndrome; COVID-19; High Flow Nasal Canula

ABSTRAK

Acute Respiratory Distress Syndrome sebagai kondisi klinis penyakit paru berat berhubungan dengan pneumonia, sepsis, dan trauma akibat COVID-19. Acute Respiratory Distress Syndrome yang diinduksi COVID-19 memiliki angka kematian yang tinggi. Pemilihan ventilasi mekanis sangat diperlukan agar dapat digunakan sebagai tatalaksana yang tepat untuk Acute Respiratory Distress Syndrome yang disebabkan oleh COVID-19. Review ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait pencegahan peningkatan kasus Acute Respiratory Distress Syndrome pada COVID-19. Strategi pencarian yang relevan dengan topik kajian dilakukan dengan menggunakan beberapa database yaitu Scopus, PubMed, ScienceDirect, EBSCO dan ProQuest. Abstrak dan artikel teks lengkap ditinjau untuk memilih tema yang sesuai dengan kriteria. Artikel dibatasi pada penelitian yang menggunakan uji coba terkontrol secara acak, durasi bulan intervensi minimum, dan diterbitkan pada Januari 2017 hingga September 2022. Hasil review menunjukkan bahwa semua artikel menggunakan rancangan Randomized Controlled Trials, sedangkan bukti efektivitas relatif ditemukan pada high-flow nasal cannula daripada non-invasive ventilation. Ada tujuh artikel yang menjelaskan bahwa high-flow nasal cannula menurunkan indikasi intubasi pasien. Disimpulkan bahwa pasien yang dirawat dengan high-flow nasal cannula menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan non-invasive ventilation pada Acute Respiratory Distress Syndrome akibat COVID-19.

Kata kunci: Acute Respiratory Distress Syndrome; COVID-19; High Flow Nasal Canula

PENDAHULUAN

Virus corona adalah sekelompok virus yang menginfeksi sistem pernapasan.⁽¹⁾ Penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus ini disebut COVID-19. Virus corona dapat menyebabkan gangguan pernapasan ringan, infeksi paru-paru parah, hingga kematian. Sindrom Pernafasan Akut Parah Corona Virus 2 (SARS-CoV-2) yang lebih dikenal dengan nama coronavirus adalah jenis baru dari coronavirus yang menular ke manusia.⁽²⁾ Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) merupakan penyakit jenis baru yang belum pernah teridentifikasi sebelumnya pada manusia, yang pertama kali dilaporkan di Wuhan, China.⁽³⁾ Coronavirus dapat menyebabkan komplikasi pada sistem pernapasan termasuk Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS), suatu komplikasi yang lebih sering ditemukan pada pasien yang terpapar virus COVID.⁽⁴⁾ ARDS merupakan bentuk cedera jaringan paru jaringan paru sebagai respon inflamasi terhadap berbagai faktor penyebab, dan ditandai dengan adanya peradangan, peningkatan permeabilitas pembuluh darah, dan penurunan aerasi jaringan paru.⁽¹⁾ ARDS yang dipicu oleh COVID-19 umumnya disebut sebagai CARDS. Pasien COVID-19 dengan ARDS memiliki tingkat kematian yang tinggi karena memiliki manifestasi klinis yang lebih buruk daripada ARDS yang disebabkan oleh penyakit lain.⁽⁵⁾

Dari 50 negara, prevalensi ARDS pada tahun 2017 adalah 10,4% dari total pasien di unit perawatan intensif (ICU), dengan 75% di antara mereka mengalami ARDS, yakni cedera jaringan paru sebagai respon inflamasi terhadap berbagai faktor penyebab, dan ditandai dengan adanya inflamasi, peningkatan permeabilitas vaskular, dan penurunan aerasi jaringan paru. Pada ARDS terjadi peningkatan permeabilitas kapiler akibat kerusakan endotel vaskular atau epitel alveolar yang menyebabkan penumpukan cairan kaya protein di alveolus, yang mengakibatkan kerusakan alveolar difus dan pelepasan sitokin dan pelepasan sitokin pro-inflamasi seperti Interleukin-1 (IL-1), IL-6 dan Tumor Necrosis Factor (TNF).⁽⁶⁾ Salah satu ciri utama ARDS pada COVID-19

adalah adanya badai sitokin. Badai sitokin adalah respons inflamasi sistemik yang abnormal akibat produksi sitokin dan kemokin proinflamasi yang berlebihan.⁽⁷⁾ Secara umum, pasien laki-laki yang lebih tua (>60 tahun) dengan penyakit penyerta lebih cenderung berkembang menjadi penyakit pernapasan berat yang memerlukan rawat inap atau bahkan kematian, sedangkan kebanyakan orang muda dan anak-anak hanya memiliki penyakit ringan (non-pneumonia atau pneumonia ringan) atau tanpa gejala.⁽⁶⁾

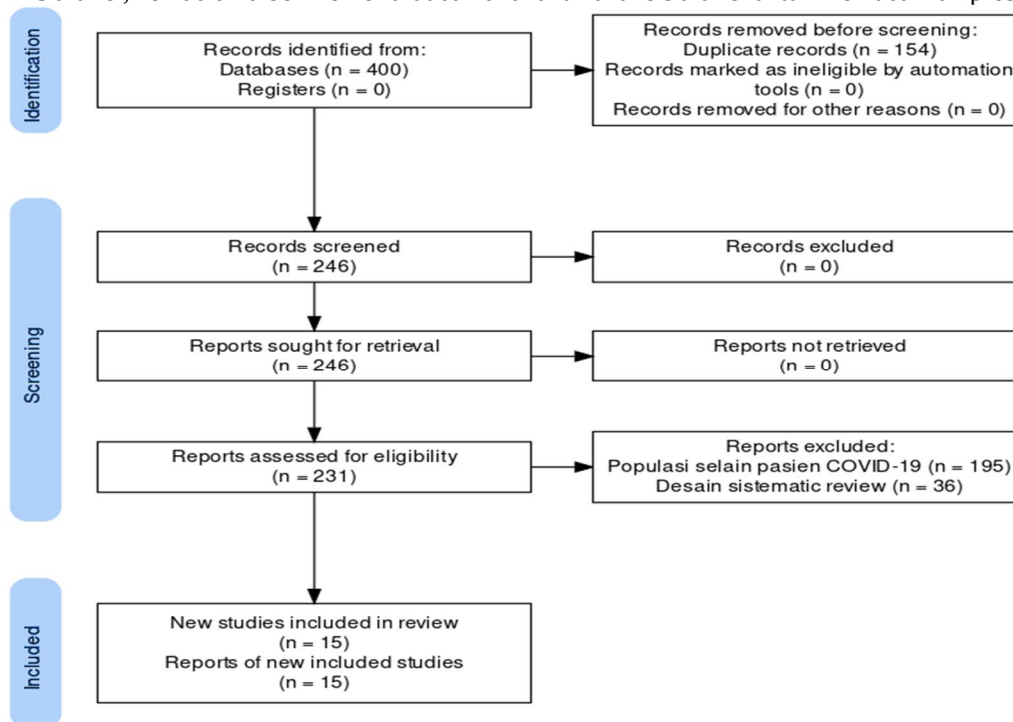
High-flow nasal cannula (HFNC) menjadi pilihan terapi baru yang efektif dibandingkan dengan perangkat pengiriman oksigen lainnya (misalnya, masker oksigen *nonrebreathing*, masker Venturi). Laju aliran pernapasan maksimal HFNC mencapai 40 hingga 60 liter/menit; ini mencapai 100% kelembapan pada suhu 37°C dan memiliki efek positive end-expiratory pressure (PEEP) ketika pasien bernapas dengan mulut tertutup. Sementara itu, pilihan terapi lainnya adalah *non-invasive ventilation* (NIV).⁽⁹⁾

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperlukan tinjauan literatur yang bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode ventilasi respiratori pada pasien dengan COVID-19 yaitu HFNC dan NIV.

METODE

Studi ini merupakan tinjauan literatur dengan pendekatan *systematic review*. Strategi pencarian data yang relevan dengan topik dilakukan dengan melalui beberapa database yaitu Scopus, PubMed, ScienceDirect, EBSCO dan ProQuest. Kata kunci yang digunakan adalah "ARDS", "HFNC", "NIV", dan "Ventilasi Mekanik". Abstrak dan artikel teks lengkap ditinjau untuk memilih tema yang sesuai dengan kriteria. Subyek adalah pasien yang didiagnosis ARDS akibat COVID-19 yang diberikan intervensi berupa HFNC dan NIV. Kriteria inklusi dalam *review* ini adalah menggunakan *randomized controlled trial* (RCT), diterbitkan dari 2018 hingga 2023 dan ditulis dengan bahasa Inggris. Kriteria eksklusi adalah artikel tinjauan pustaka, meta-analisis atau pedoman tentang ventilasi mekanis, kasus ARDS yang bukan disebabkan oleh COVID-19.

Sebanyak 400 artikel ditemukan dari *database* yaitu 119 artikel di Scopus, 45 artikel di PubMed, 87 artikel di ScienceDirect, 52 artikel di EBSCO, 97 artikel di ProQuest. Artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi sebanyak 15 artikel, kemudian diberi nomor urut dan dilakukan analisis artikel untuk memudahkan proses *review*.



Gambar 1. Proses penyeleksian artikel menggunakan PRISMA

HASIL

Dalam tinjauan sistematis terhadap 15 penelitian ini semua populasi adalah pasien ARDS akibat COVID 19, ukuran sampel bervariasi antara 30-200 responden. Studi ini dilakukan di berbagai belahan dunia termasuk Asia, Eropa, Australia dan Amerika

No	Penulis	Rancangan	Subyek	Intervensi	Hasil
1	Azoulay E, et al, 2018 ⁽¹⁰⁾	RCT	776 pasien <i>acute hypoxemic respiratory failure</i> (AHRF)	<i>High-flow nasal oxygen</i> dan <i>standard oxygen</i>	Pada pasien dengan imunokompromais kritis dengan penyakit akut gagal napas, terapi oksigen aliran tinggi tidak menurunkan angka kematian hari ke-28 secara signifikan dibandingkan dengan terapi oksigen standar.
2	Zhiling Z, et al, 2021 ⁽¹¹⁾	Studi retrospektif	41 pasien ARDS	Ventilasi tekanan positif non-invasif dan HFNC	NIPPV tidak secara signifikan mengurangi angka intubasi dan kematian pasien COVID-19 yang disertai ARDS, namun secara signifikan meningkatkan rasio pada pasien tersebut sehingga HFNC lebih direkomendasikan
3	Seghal, 2022 ⁽¹²⁾	Studi retrospektif	254 pasien ARDS	<i>Non invasive oxygen therapy</i> dan HFNC	NIT adalah alat yang sangat baik dalam pengelolaan penyakit ARDS COVID-19 sedang hingga berat. Namun, pemilihan pasien sangat penting untuk keberhasilan NIT.

4	Kerai, 2022 ⁽¹³⁾	Studi retrospektif	558 pasien Covid-19	HFNC	Hampir separuh kasus pneumonia COVID-19 tingkat sedang hingga berat dapat ditangani dengan sukses dengan HFNC, tanpa memerlukan pengobatan khusus, dari ventilasi mekanis
5	Procopio, 2022 ⁽¹⁴⁾	Studi retrospektif	7 Pasien Covid-19	HNFC, <i>continuous positive airway pressure, non-invasive oxygen therapy</i>	Berdasarkan hasil penelitian didapatkan HFNC sebagai pengobatan yang lebih baik pilihan selain CPAP untuk beberapa COVID-19 .
6	Issac, 2020 ⁽¹⁵⁾	Studi retrospektif	168 pasien	<i>Non-invasive ventilation</i>	Alat bantu pernapasan menggunakan NIV yang efektif dan ekonomis untuk sindrom gangguan pernapasan akut penyakit virus corona 2019. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menilai waktu yang tepat untuk memulai untuk mendapatkan manfaat maksimal dan pemanfaatan sumber daya secara bijaksana.
7	Carpagnano, 2021 ⁽¹⁶⁾	Studi retrospektif	78 pasien ARDS	HFNC dan <i>non-invasive ventilation</i>	Pada pasien COVID-19 dengan ARDS sedang hingga berat yang menggunakan BPAP pada tingkat menengah perawatan di rumah sakit memiliki lebih banyak faktor yang terkait dengan semua penyebab kematian (lama rawat inap lebih pendek dan lebih rendah rasio PaO ₂ /FiO ₂ dasar) dibandingkan dengan mereka yang menjalani CPAP
8	Bonnet, 2021 ⁽¹⁷⁾	Studi retrospektif	138 pasien ARDS di ICU	HFNC	High flow nasal cannula dapat lebih baik untuk pasien ARF akibat COVID-19 karena memiliki tingkat invasive yang rendah .
9	Schmidt, 2021 ⁽¹⁸⁾	Studi retrospektif	4754 pasien di ICU	HFNC dan <i>non-invasive ventilation</i>	Pada pasien dengan COVID-19, HFNC dapat menurunkan keadaan gagal nafas dalam 90 hari
10	Wendel, 2021 ⁽¹⁹⁾	Studi retrospektif	1421 pasien ARDS	HFNC dan <i>non-invasive ventilation</i>	Dalam kelompok pasien COVID-19 yang sakit kritis ini, uji coba HFNC merupakan pilihan lebih tepat untuk membantu pernafasan sehingga menurunkan angka intubasi dan kematian di ICU. NIV harus dihindari sebisa mungkin karena meningkatnya risiko kematian di ICU.
11	Mellado-Artigas, 2021 ⁽²⁰⁾	Studi retrospektif	486 pasien ICU	HFNC	Penggunaan high flow nasal cannula saat masuk ICU pada pasien dewasa dengan COVID-19 dapat menurunkan kegagalan pernafasan yang menyebabkan hipoksemia.
12	Sayan, 2021 ⁽²¹⁾	Studi retrospektif	49 pasien pneumonia	HFNC	Pemberian HFNC pada gagal napas sekunder pasien pneumonia COVID-19 dapat menurunkan angka kematian akibat dan menurunkan kebutuhan intubasi dan mortalitas.
13	Wang, 2020 ⁽²²⁾	Studi retrospektif	318 pasien pneumonia	HFNC	Penelitian kami menunjukkan bahwa HFNC membantu ventilasi yang paling umum untuk pasien dengan pneumonia karena covid-19.
14	Duan, 2020 ⁽²³⁾	Studi retrospektif	23 pasien	HFNC dan <i>non-invasive ventilation</i>	Pada pasien sakit kritis dengan COVID-19 yang menggunakan HFNC dan NIV sebagai terapi lini pertama, durasinya HFNC dan NIV, tingkat intubasi dan mortalitas tidak berbeda antara kedua kelompok. Dan tidak ada staf medis yang terkena nosoco-infeksi ringan selama penelitian ini.
15	Xia, 2020 ⁽²⁴⁾	Studi retrospektif	43 pasien COVID-19	HFNC	High flow nasal cannula efektif untuk pengobatan penyakit virus corona 2019 pasien dengan akut ringan hingga sedang yang mengalami kegagalan pernafasan hipoksemia.

PEMBAHASAN

ARDS dapat disebabkan oleh berbagai faktor, namun etiologi yang paling sering adalah pneumonia, dan saat ini adalah COVID-19. Ventilasi mekanis untuk memastikan pertukaran gas terjadi secara optimal adalah tulang punggung manajemen ARDS. Penggunaan ventilasi mekanis harus hati-hati, karena dapat menyebabkan cedera paru dan kegagalan banyak organ. Ventilasi mekanis sering dibutuhkan dalam penatalaksanaan ARDS yang terjadi karena peradangan akut pada kapiler alveoli, sehingga terjadi gangguan pertukaran oksigen yang parah.⁽⁴⁾

ARDS dapat menyebabkan gagal napas karena ketidaksesuaian ventilasi-perfusi. Peningkatan kerja pernapasan dan hipoksemia dapat terjadi pada pasien ARDS meskipun oksigen telah diberikan melalui sungkup muka dengan kantong reservoir (10 hingga 15 L/menit). Gagal napas akut akibat pneumonia COVID-19 mengurangi mortalitas jangka pendek, kebutuhan intubasi, dan meningkatkan oksigenasi. HFNC adalah pengobatan alternatif yang penting dan aman untuk hipoksia akut hipoksia akut akibat pneumonia sekunder akibat COVID-19.⁽²⁵⁾

CPAP dan NIV adalah pengobatan lini pertama ketika banyak pasien datang ke rumah sakit. Intervensi ini, sering diterapkan di luar ICU di ruang gawat darurat atau bangsal pengobatan lainnya, biasanya meningkatkan oksigenasi darah.⁽⁵⁾ Penelitian sebelumnya menyarankan melakukan HFNC daripada terapi oksigen sebagai manajemen pernapasan awal untuk pasien dewasa dengan gagal napas akut yang diduga menderita ARDS jika tidak ada kontraindikasi untuk bantuan pernapasan non-invasif atau jika kegagalan organ selain kegagalan pernapasan tidak ada. Kami merekomendasikan bahwa ARDS harus dicurigai pada pasien dengan gagal napas akut.⁽²⁶⁾ Uji coba ini dirancang untuk menguji keunggulan HFNC dibandingkan NIV. Sebaliknya, NIV secara signifikan meningkatkan EtO₂ terendah dalam 2 menit EtO₂ terendah dalam 2 menit intubasi dibandingkan dengan HFNC. NIV secara konsisten menghasilkan kadar SpO₂ yang lebih tinggi selama intubasi dan menurunkan 2-5 kali lipat desaturasi oksigen b 95%. Komplikasi terkait intubasi dan hasil pasca operasi tidak berbeda antara kedua kelompok. Hasil ini harus diimbangi dengan peningkatan ketidaknyamanan 7 kali lipat pada pasien yang menerima NIV dibandingkan dengan HFNC.⁽¹⁵⁾ ARDS adalah kegagalan pernapasan akut yang parah dan seringkali fatal; karakteristik oleh cedera paru inflamasi difus yang berkembang pesat untuk meningkatkan permeabilitas pembuluh darah paru, peningkatan berat paru, dan hipoksia.⁽²⁷⁾

Penggunaan ventilasi mekanik sangat berpengaruh dengan tingkat keparahan pasien ARDS akibat COVID-19. Kebutuhan oksigen pada pasien ARDS harus disesuaikan dengan kondisi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa penggunaan intervensi HFNC hanya boleh digunakan pada pasien tertentu dengan gagal napas hipoksemia. NIV harus digunakan hanya pada pasien tertentu dengan gagal napas hipoksemia.⁽²⁵⁾

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *review* disimpulkan bahwa penggunaan HFNC menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan NIV pada ARDS akibat COVID-19. Oleh karena itu, HFNC harus dipertimbangkan sebelum NIV pada COVID-19. Namun, penelitian lebih lanjut dengan ukuran sampel yang lebih besar masih diperlukan untuk lebih menjelaskan manfaat HFNC pada pasien COVID-19.

DAFTAR PUSTAKA

1. Grasselli G, Tonetti T, Protti A, Langer T, Girardis M, Bellani G, et al. Pathophysiology of COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: a multicentre prospective observational study. *Lancet Respir Med*. 2020;8(12):1201–8.
2. Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S, et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med*. 2020;180(7):934–43.
3. Estenssoro E, Loudet CI, Dubin A. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect. Report. 2020;(January).
4. Fatoni AZ, Rakhmatullah R. Acute respiratory distress syndrome (ARDS) pada pneumonia COVID-19. *J Anaesth Pain*. 2021;2(1):11–24.
5. Gattinoni L, Chiumello D, Rossi S. COVID-19 pneumonia: ARDS or not? *Crit Care*. 2020;24(1):1–3.
6. Jin Y, Yang H, Ji W, Wu W, Chen S, Zhang W, et al. Virology, epidemiology, pathogenesis, and control of covid-19. *Viruses*. 2020;12(4):1–17.
7. Wang Z, Wang Y, Yang Z, Wu H, Liang J, Liang H, et al. The use of non-invasive ventilation in COVID-19: A systematic review. *Int J Infect Dis*. 2021;106:254–61.
8. Xie J, Wang Z, Liang J, Lin H, Yang Z, Wang Y, et al. Critical review of the scientific evidence and recommendations in COVID-19 management guidelines. *Open Forum Infect Dis*. 2021;8(8):1–13.
9. Rochwerf B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat JP, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2019;45(5):563–72.
10. Azoulay E, Lemiale V, Mokart D, Nseir S, Argaud L, Pène F, et al. Effect of high-flow nasal oxygen vs standard oxygen on 28-day mortality in immunocompromised patients with acute respiratory failure: The high randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2018;320(20):2099–107.
11. Zhiling Z, Hong C, Qin C, Nan L, Shuisheng Z, Qinggang G, et al. Effect of noninvasive positive pressure ventilation and high-flow nasal cannula oxygen therapy on the clinical efficacy of coronavirus disease 2019 patients with acute respiratory distress syndrome. *Chinese Crit Care Med*. 2021;33(6):708–13.
12. L S, Sehgal IS, Kajal K, Kataria S, Premkumar M, Singla K, et al. Factors associated with non-invasive oxygen therapy failure in COVID-19 pneumonia: A single center, retrospective study in a tertiary hospital in North India. *Cureus*. 2022;14(9).
13. Kerai S, Singh R, Saxena KN, Desai SD, Bhalotra AR. A Retrospective study on experience of high-flow nasal cannula oxygen in critically ill COVID-19 adult patients admitted to intensive care unit. *Indian J Crit Care Med*. 2022;26(1):62–6.
14. Procopio G, Cancelliere A. Oxygen therapy via high flow nasal cannula in severe respiratory failure caused by Sars- Cov-2 infection: a real-life observational study. *Ther Adv Vaccines*. 2022;9(6):259–61.
15. Isaac BTJ, Priya N, Nair AA, Thangakunam B, Balachandran A, George T, et al. Treatment of COVID-19 acute respiratory distress syndrome with a tabletop noninvasive ventilation device in a respiratory intermediate care unit. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2022;6(3):239–49.
16. Carpagano GE, Buonamico E, Migliore G, Resta E, Di Lecce V, de Candia ML, et al. Bilevel and continuous positive airway pressure and factors linked to all-cause mortality in COVID-19 patients in an intermediate respiratory intensive care unit in Italy. *Expert Rev Respir Med*. 2021;15(6):853–857.
17. Bonnet N, Martin O, Boubaya M, Levy V, Ebstein N, Karoubi P, et al. High flow nasal oxygen therapy to avoid invasive mechanical ventilation in SARS-CoV-2 pneumonia: a retrospective study. *Ann Intensive Care*. 2021;11(1):1–9.
18. Schmidt M, Demoule A, Hajage D, Pham T, Combes A, Dres M, et al. Benefits and risks of noninvasive oxygenation strategy in COVID-19: a multicenter, prospective cohort study (COVID-ICU) in 137 hospitals. *Crit Care*. 2021;25(1):1–13.
19. Wendel Garcia PD, Aguirre-Bermeo H, Buehler PK, Alfaro-Farias M, Yuen B, David S, et al. Implications of early respiratory support strategies on disease progression in critical COVID-19: a matched subanalysis of the prospective RISC-19-ICU cohort. *Crit Care*. 2021;25(1):1–12.
20. Mellado-Artigas R, Ferreyro BL, Angriman F, Hernández-Sanz M, Arruti E, Torres A, et al. High-flow nasal oxygen in patients with COVID-19-associated acute respiratory failure. *Crit Care*. 2021;25(1):1–10.
21. Sayan I, Altınay M, Çınar AS, Türk HŞ, Peker N, Şahin K, et al. Impact of HFNC application on mortality and intensive care length of stay in acute respiratory failure secondary to COVID-19 pneumonia. *Hear Lung*. 2021;50(3):425–9.
22. Wang K, Zhao W, Li J, Shu W, Duan J. The experience of high-flow nasal cannula in hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in two hospitals of Chongqing, China. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):0–4.
23. Duan J, Chen B, Liu X, Shu W, Zhao W, Li J, et al. Use of high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in patients with COVID-19: A multicenter observational study. 2020;(January).
24. Xia J, Zhang Y, Ni L, Chen L, Zhou C, Gao C, et al. High-flow nasal oxygen in coronavirus disease 2019 patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter, retrospective cohort study. *Crit Care Med*. 2020;48(11):E1079–86.
25. Agarwal R, Reddy C, Aggarwal AN, Gupta D. Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. *Respir Med*. 2006;100(12):2235–8.
26. Tasaka S, Ohshimo S, Takeuchi M, Yasuda H, Ichikado K, Tsushima K, et al. ARDS clinical practice guideline 2021. *Respir Investig*. 2022;60(4):446–95.
27. Salcin S, Fontem F. Recurrent SARS-CoV-2 infection resulting in acute respiratory distress syndrome and development of pulmonary hypertension: A case report. *Respir Med Case Reports*. 2021;33:101314.