

Oxygen Therapy for Children in Emergency Setting: The Conservative and Liberal Approach

Rismala Dewi, Bambang Supriyatno

Tujuan:

1. Memahami penggunaan oksigen sebagai terapi pada pasien emergensi anak
2. Memahami keuntungan dan kerugian terapi oksigen *low-flow*
3. Memahami keuntungan dan kerugian terapi oksigen *high-flow*
4. Mengetahui perbandingan penggunaan terapi oksigen *low-flow* dan *high-flow*

Oksigen merupakan komponen penting bagi kehidupan aerobik, namun keberadaannya memiliki efek ganda karena selain memberikan manfaat positif, juga memiliki efek toksik. Terapi oksigen merupakan salah satu intervensi utama dalam perawatan gawat darurat pediatrik, yang bertujuan untuk mengelola berbagai kondisi akut seperti kesulitan bernapas, trauma, dan sepsis. Toksisitas oksigen terjadi karena munculnya spesies oksigen reaktif atau *reactive oxygen species* (ROS), yang merupakan oksidan kuat dalam cairan biologis dan dapat merusak jaringan dengan bereaksi terhadap lipid, protein, *deoxyribonucleic acid* (DNA), asam amino, serta molekul lainnya. Kondisi ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan disebut sebagai stres oksidatif, yang dapat menjadi penyebab potensial kerusakan sel.¹

Pendekatan optimal terhadap pemberian oksigen dalam keadaan darurat pada anak masih menjadi perdebatan. Secara tradisional, pendekatan konservatif menganjurkan untuk menitrasikan terapi oksigen untuk mencapai saturasi oksigen target sambil meminimalkan risiko kerusakan yang disebabkan oleh hiperoksia. Hiperoksia ditandai dengan peningkatan kadar oksigen, telah dikaitkan dengan hasil yang merugikan termasuk stres oksidatif, vasokonstriksi, dan potensi cedera neurologis, terutama pada bayi baru lahir dan anak-anak dengan sakit kritis.¹ Maka dari itu, terapi oksigen konservatif menekankan pentingnya target saturasi oksigen yang disesuaikan dengan kebutuhan pasien

individu, menggunakan oksimetri sebagai alat panduan. Sebaliknya, terapi oksigen liberal mengusulkan pendekatan yang lebih agresif, menganjurkan target saturasi oksigen yang lebih tinggi untuk memastikan pengiriman oksigen ke jaringan yang adekuat, terutama dalam konteks hipoksemia atau penyakit kritis. Strategi ini mengakui risiko potensial dari morbiditas dan mortalitas yang terkait dengan hipoksia, terutama dalam kondisi seperti sepsis atau sindrom distress respirasi akut (ARDS). Namun, kekhawatiran masih ada mengenai potensi cedera iatrogenik yang terkait dengan hiperoksia, yang mendorong untuk meninjau kembali paradigma oksigenasi liberal dengan hati-hati.²

Di tengah-tengah perspektif yang bertentangan ini, pandangan yang berkembang dalam kedokteran gawat darurat pediatrik menuntut pemahaman yang mendalam akan peran terapi oksigen dalam mengoptimalkan hasil pasien. Literatur terkini telah menekankan pentingnya target oksigenasi yang bersifat individual, mempertimbangkan faktor-faktor seperti usia, patologi yang mendasari, dan adanya komorbiditas. Selain itu, bukti yang muncul menyarankan potensi kegunaan modalitas pemantauan lanjutan, seperti *near-infrared spectroscopy* (NIRS) dan pemantauan oksigen transkutane, dalam memandu titrasi oksigen yang tepat dan mengurangi risiko hiperoksia dan hipoksia sekaligus.³

Makalah ini bertujuan untuk mensintesis bukti ilmiah dan konsensus para ahli untuk memberikan panduan praktis terkait terapi oksigen dalam kondisi pasien emergensi anak. Dengan memberikan gambaran perbandingan penggunaan terapi oksigenasi konservatif dan liberal serta menyoroti pentingnya pendekatan yang disesuaikan dengan konteks klinis, tinjauan ini bertujuan untuk memberi informasi bagi praktik berbasis bukti dan meningkatkan perawatan yang berpusat pada pasien dalam pelayanan emergensi anak.

Perkembangan penggunaan oksigen sebagai terapi

Terapi oksigen digunakan secara umum untuk mengobati hipoksemia pada anak dengan berbagai kondisi pernapasan, termasuk pneumonia, bronkiolitis, dan asma akut. Pemberian oksigen aliran rendah melalui kanula nasal adalah metode yang sering digunakan untuk anak di bawah lima tahun yang memerlukan terapi oksigen. Pada pasien neonatus dan bayi, penggunaan kanula nasal dianggap sebagai metode yang dapat dipercaya dan efektif, meskipun pemahaman umum bahwa konsentrasi oksigen yang disampaikan ke pasien bisa bervariasi.⁴ Oksigen dapat disalurkan kepada pasien yang dirawat di rumah sakit dengan berbagai cara. Sebagian besar pasien anak menerima oksigen tambahan melalui alat kanula nasal aliran rendah atau masker wajah sederhana. Jumlah oksigen yang diinspirasi oleh pasien tergantung pada aliran gas, kebutuhan inspirasi pasien, dan diameter lubang hidung. Meskipun masker

wajah sederhana dapat memberikan lebih banyak oksigen yang diinspirasi kepada pasien anak, namun pemasangannya sulit dipastikan sesuai pada wajah pasien, dan sangat penting untuk menggunakan aliran minimum agar karbon dioksida dapat dikeluarkan saat ekspirasi.³ Penggunaan terapi oksigen penting untuk perawatan bayi prematur, tetapi dapat menyebabkan dampak negatif jika tidak terkontrol. Hiperoksia ($>95\% \text{ SpO}_2$) dapat menyebabkan masalah seperti retinopati prematuritas dan displasia bronkopulmonal, sedangkan hipoksia ($<90\% \text{ SpO}_2$) terkait dengan risiko kematian dan enterokolitis nekrotis. Data dari penelitian yang luas menunjukkan bahwa bayi dengan saturasi oksigen ditargetkan pada rentang 90–95% memiliki tingkat kematian yang lebih rendah dibandingkan dengan yang memiliki rentang 85–89%. Namun, mencapai target saturasi ini sulit dan penggunaan analisis histogram bisa membantu dalam mengambil keputusan klinis dan memantau perubahan saturasi oksigen. Penggunaan histogram dapat meningkatkan pencapaian target saturasi, mengurangi tingkat komplikasi, dan mengidentifikasi bayi yang memerlukan penyesuaian dukungan pernapasan.⁵

Terapi oksigen meningkatkan pengiriman oksigen ke jaringan dengan meningkatkan kandungan oksigen dalam darah. Kandungan oksigen dalam darah sering diukur dengan oksimetri denyut sebagai saturasi oksigen (SpO_2). Terapi oksigen memberikan pasien konsentrasi oksigen yang lebih tinggi daripada udara di sekitarnya ($> 0,21$). Meskipun terapi oksigen dapat dihasilkan dari berbagai sumber dan diterapkan melalui berbagai mekanisme pengiriman, prinsip dasar terapi oksigen tetap sama.⁶

- Konsentrasi oksigen (% O_2) dari sumber oksigen adalah kemurnian oksigen yang diproduksi oleh perangkat. Rentangnya dapat bervariasi tergantung pada kualitas sumbernya tetapi umumnya harus berkisar antara 0,82–1,0 (82–100%).
- Fraksi oksigen terinspirasi (% FiO_2) adalah konsentrasi oksigen yang dihirup oleh pasien, biasanya merupakan hasil dari pencampuran sumber oksigen dan udara di sekitar dan dapat berkisar dari 0,21–1,0 (21–100%). Hal ini bervariasi tergantung pada perangkat pengiriman dan dorongan pernapasan pasien.
- Saturasi oksigen (% SpO_2) dan tekanan parsial oksigen (PaO_2) adalah tingkat oksigen yang diukur dalam darah, yang pertama diukur dengan oksimeter denyut dan yang terakhir dengan analisis gas darah. Oksimeter denyut seharusnya tersedia di semua area klinik di mana oksigen disampaikan. Penganalisis gas darah dan pemantau karbon dioksida ekspirasi akhir (EtCO_2) sebaiknya tersedia setidaknya di unit perawatan intensif atau unit perawatan kritis untuk mengukur parameter ventilasi (EtCO_2 , pH, PaCO_2).

Pada pasien dengan alat terbuka seperti kanula nasal, menentukan jumlah oksigen terinspirasi (FiO_2) yang tersampaikan pada bayi dan neonatus merupakan suatu tantangan. Variabilitas FiO_2 pada perangkat ini kemungkinan disebabkan oleh variasi pola pernapasan, yang memengaruhi campuran udara ruangan yang bercampur dengan oksigen yang disalurkan ke saluran napas atas. Pengukuran FiO_2 yang disampaikan melalui kanula nasal menjadi sulit karena kebutuhan akan kateter yang invasif untuk mengambil sampel gas dari hipofaring, atau penentuan FiO_2 berdasarkan pengukuran pengganti non-invasif jika kateter tidak digunakan. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa FiO_2 yang tersampaikan melalui kanula nasal pada bayi dan neonatus sangat bervariasi antar individu, bahkan pada laju aliran oksigen yang tetap. Ini menunjukkan bahwa FiO_2 yang disampaikan sering melebihi tingkat yang aman.⁷

Normokksia, atau pembacaan oksimetri denyut nadi sebesar 94% atau lebih tinggi, sering dijadikan target terapi oksigen pada anak-anak. Namun, rekomendasi target oksimetri berbeda antara panduan klinis nasional, terutama untuk penyakit tertentu seperti pneumonia dan asma. Saat ini, hanya infeksi saluran pernapasan bawah akut, atau bronkiolitis, yang memiliki bukti yang cukup untuk menetapkan target oksigen spesifik pada populasi pediatrik. Meskipun demikian, penggunaan terapi oksigen pada pasien hipoksemia yang memperbolehkan dengan saturasi oksigen 90% direkomendasikan untuk anak-anak dengan infeksi saluran pernapasan bawah, meskipun harus didasarkan pada opini ahli dan pertimbangan daerah dengan sumber daya terbatas.³

Pandangan lain melihat terapi oksigen yang cepat dan agresif sebagai tindakan pertama yang harus dilakukan pada pasien anak dalam situasi darurat ketika terjadi tanda-tanda hipoksia atau kesulitan pernapasan, tanpa memperhitungkan penyebabnya. Saat terjadi keadaan darurat, tidak perlu menunggu untuk mengetahui penyebab gangguan pernapasan sebelum memulai penilaian dan penanganan saluran napas pada bayi dan anak-anak. Terapi oksigen harus dimulai segera setelah saluran napas terbuka dan anak-anak dapat bernapas secara spontan.⁸

Jenis pemberian terapi oksigen

Penggunaan *low-flow delivery oxygen* sebagai terapi konservatif

Oksigen terapi aliran rendah adalah metode pengiriman oksigen tambahan kepada pasien dengan kekurangan napas atau hipoksemia menggunakan perangkat yang menyediakan oksigen pada laju aliran lebih rendah dari laju aliran napas inspirasi puncak pasien. Terapi ini bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen dalam udara yang dihirup pasien untuk memperbaiki

oksidasi dan meredakan gejala hipoksemia. Terapi oksigen aliran rendah melibatkan pemberian oksigen pada laju aliran yang tidak memenuhi seluruh kebutuhan inspirasi pasien. Perangkat yang umum digunakan untuk terapi oksigen aliran rendah meliputi selang nasal, masker wajah sederhana, dan masker pernafasan parsial.^a applicable to all age groups, was first published by the World Health Organization (WHO)

Terapi oksigen aliran rendah dianjurkan untuk pasien dengan berbagai kondisi pernapasan, termasuk:

- Hipoksemia akut dan kronis
- Penyakit paru obstruktif kronis (PPOK)
- Gagal jantung
- Infeksi saluran pernapasan
- Pemulihan pascaoperasi
- *Sleep apnea*

Terapi oksigen aliran rendah digunakan di rumah sakit untuk menyediakan oksigen tambahan kepada pasien yang membutuhkannya. Terapi ini sering diresepkan berdasarkan kondisi klinis pasien, tingkat saturasi oksigen, dan status pernapasan. Laju aliran oksigen dititrasi untuk mencapai saturasi oksigen yang diinginkan (biasanya 88-92% pada pasien dengan kondisi pernapasan kronis).⁶

Alat Pengantar Low-Flow Oksigen

Nasal cannula	Face mask	Venturi face mask	Face mask reservoir bag
		 5 small color-coded bottles (blue, yellow, orange, white, red) are shown below the mask.	
O ₂ flow 1–5 L/min ^a	O ₂ flow 5–10 L/min	O ₂ flow 2–15 L/min	O ₂ flow 10–15 L/min
FIO ₂ 0.23–0.35 ^b	FIO ₂ 0.30–0.50 ^b	FIO ₂ 0.24–0.6 ^b	FIO ₂ 0.5–0.95 ^b

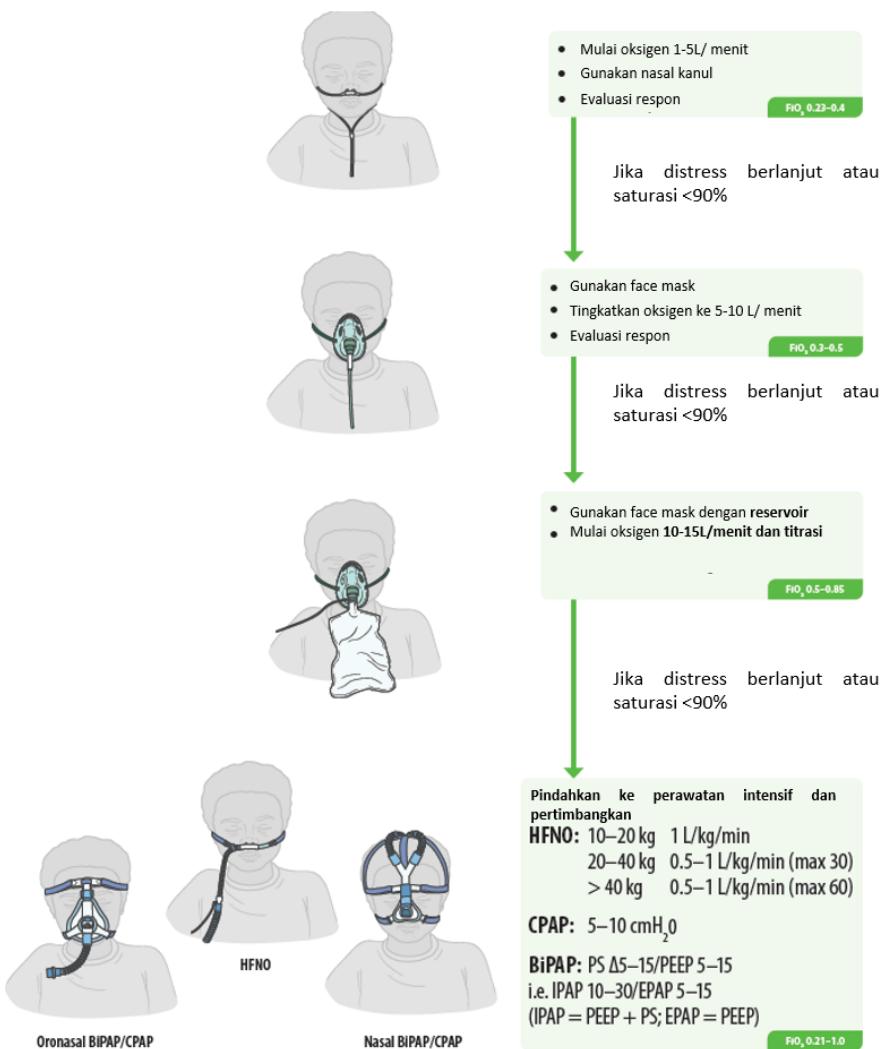
Contoh Perangkat Oksigen Aliran Rendah⁶

Manfaat penggunaan *low-flow* oksigen sebagai terapi konservatif.^{2,3,7,9}

- Konservasi oksigen: terapi oksigen aliran rendah menghemat sumber daya oksigen dengan menyampaikan oksigen pada laju yang memenuhi kebutuhan pernapasan dasar pasien tanpa pemborosan yang berlebihan. Hal ini memiliki peran signifikan terutama pada situasi layanan kesehatan dimana sumber daya terbatas.
- Penyampaian yang nyaman: alat terapi oksigen aliran rendah, seperti kanula nasal atau masker wajah sederhana, ringan dan nyaman untuk digunakan oleh pasien. Mereka memiliki kebebasan bergerak dan aktivitas, meningkatkan kenyamanan pasien dan kepatuhan terhadap terapi.
- Humidifikasi: perangkat penyampaian oksigen aliran rendah memiliki fitur humidifikasi untuk mencegah pengeringan membran mukosa dan mengurangi iritasi pada hidung. Ini meningkatkan kenyamanan pasien dan mengurangi risiko efek samping yang terkait dengan pengiriman oksigen kering.
- Penurunan risiko toksisitas: terapi oksigen aliran rendah menyampaikan oksigen pada laju aliran yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem aliran tinggi, mengurangi risiko toksisitas oksigen, terutama pada pasien yang memerlukan terapi oksigen jangka panjang.
- Efektivitas biaya: terapi oksigen aliran rendah umumnya lebih efektif biaya dibandingkan dengan terapi aliran tinggi, menjadikannya pilihan yang lebih disukai pada situasi layanan kesehatan dengan sumber daya yang terbatas.
- Keterbatasan penggunaan *low-flow* oksigen sebagai terapi konservatif.^{2,3,7,9}
- FiO₂ yang bervariasi: fraksi oksigen terinspirasi (FiO₂) yang disampaikan oleh perangkat terapi oksigen aliran rendah dapat bervariasi tergantung pada faktor seperti laju pernapasan pasien, volume tidal, dan kesesuaian masker. Variabilitas ini dapat menghasilkan tingkat oksigenasi yang tidak konsisten, memerlukan pemantauan dan penyesuaian yang sering.
- Kontrol FiO₂ yang terbatas: alat terapi oksigen aliran rendah memiliki kemampuan terbatas untuk mengontrol tingkat FiO₂ secara tepat, terutama pada pasien dengan kebutuhan pernapasan yang fluktuatif atau fungsi pernapasan yang terganggu. Hal ini dapat mengakibatkan oksigenasi yang kurang optimal dalam beberapa kasus.
- Risiko retensi karbondioksida: pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) atau kondisi lain yang terkait dengan retensi karbon dioksida (CO₂), terapi oksigen aliran rendah dapat memperburuk hiperkapnia dengan mengurangi dorongan pernapasan pasien. Pemantauan yang ketat diperlukan untuk mencegah depresi pernapasan dan memperburuk asidosis respiratorik.
- Oksigenasi yang tidak memadai pada hipoksemia berat: terapi oksigen aliran rendah mungkin tidak memberikan oksigenasi yang cukup pada

pasien dengan hipoksemia berat atau kegagalan pernapasan akut, memerlukan penggunaan sistem pengiriman oksigen aliran tinggi atau intervensi alternatif.

- Risiko hipokapnia: pada pasien dengan PPOK, terapi oksigen aliran rendah dapat menyebabkan retensi karbon dioksida (CO_2) karena penurunan dorongan pernapasan yang dipicu oleh hipoksemia.



Algoritma Titrasi Penggunaan Terapi Oksigen pada Anak6

Penggunaan *high-flow delivery oxygen* sebagai terapi liberal

Terapi oksigen aliran tinggi adalah metode pengiriman oksigen tambahan kepada pasien dengan insufisiensi respirasi atau hipoksemia menggunakan perangkat yang menyediakan oksigen pada laju aliran tinggi yang mencukupi kebutuhan inspirasi pasien secara penuh. Terapi ini bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen dalam udara yang dihirup pasien untuk memperbaiki oksigenasi dan meredakan gejala hipoksemia. Terapi oksigen aliran tinggi melibatkan pemberian oksigen pada laju aliran yang mencukupi seluruh kebutuhan inspirasi pasien. Perangkat yang umum digunakan untuk terapi oksigen aliran tinggi meliputi kanula nasal aliran tinggi atau *High-Flow Nasal Canule* (HFNC) dan ventilasi non-invasif atau *Non-Invasive Ventilation* (NIV) dengan oksigen aliran tinggi.¹⁰

Terapi oksigen aliran tinggi dianjurkan untuk pasien dengan kondisi pernapasan yang berat, termasuk:

- Hipoksemia akut yang parah, seperti pada sindrom gangguan pernapasan bayi atau sindrom koroner akut.
- Pneumonia berat atau distress pernapasan akut.
- Pasien dengan insufisiensi respirasi yang membutuhkan dukungan oksigen tinggi.
- Pemulihian pascaoperasi.

Terapi oksigen aliran tinggi digunakan di unit perawatan intensif, departemen gawat darurat, dan unit perawatan pascaoperasi untuk menyediakan oksigen tambahan kepada pasien dalam kondisi kritis. Terapi ini sering diresepkan berdasarkan kebutuhan oksigenasi pasien, evaluasi klinis, dan pemantauan terus-menerus. Mekanisme terapi oksigen aliran tinggi melibatkan penyampaian oksigen pada laju aliran yang mencukupi seluruh kebutuhan inspirasi pasien. Perangkat HFNC menyediakan oksigen yang dipanaskan dan dihumidifikasi dengan tingkat aliran yang tinggi, membantu mengurangi resistensi saluran napas, memperbaiki oksigenasi, dan mengurangi kerja pernapasan pasien.^{3,10,11}

Manfaat penggunaan *high-flow* oksigen sebagai terapi liberal:^{2,10-12}

- Penyampaian kadar oksigen yang tepat: terapi oksigen aliran tinggi memungkinkan kontrol yang tepat terhadap fraksi oksigen terinspirasi (FiO_2) yang disampaikan kepada pasien. Hal ini memungkinkan tenaga medis untuk menyesuaikan terapi oksigen sesuai dengan kebutuhan oksigenasi spesifik dari setiap pasien secara akurat.

Alat Pengantar High-Flow Oksigen				
High-flow nasal oxygen	BiPAP/CPAP			
				
O_2 flow 10–60 L/min ^a	O_2 flow ~10–80 L/min ^c			
FiO_2 0.23–1.0 ^b	FiO_2 0.21–1.0 ^b			

Contoh Perangkat Oksigen Aliran Tinggi⁶

- Kenyamanan pasien yang meningkat: sistem kanula nasal aliran tinggi (HFNC) menyampaikan oksigen pada laju aliran tinggi sambil memberikan udara yang dipanaskan dan dihumidifikasi. Hal ini membantu menjaga integritas mukosa dan meningkatkan kenyamanan pasien dibandingkan dengan metode pengiriman oksigen tradisional, seperti masker wajah atau kanula nasal.
- Pengurangan kerja pernafasan: terapi oksigen aliran tinggi dapat mengurangi kerja pernapasan dengan mengurangi resistansi saluran napas dan ventilasi. Hal ini bermanfaat bagi pasien dengan kesulitan pernapasan atau yang memerlukan peningkatan kebutuhan oksigen akibat kondisi seperti kegagalan pernapasan akut atau eksaserbasi penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).
- Peningkatan oksigenasi: terapi oksigen aliran tinggi telah terbukti meningkatkan oksigenasi dengan meningkatkan tekanan rata-rata saluran napas, yang meningkatkan rekruitmen alveolar dan mengurangi pengalihan intrapulmoner. Hal ini dapat menghasilkan peningkatan kadar saturasi oksigen dan oksigenasi jaringan yang lebih baik.
- Potensi untuk menghindari intubasi: dalam beberapa kasus, terapi oksigen aliran tinggi dapat membantu mencegah kebutuhan ventilasi mekanik invasif dengan menyediakan oksigenasi yang memadai dan dukungan pernapasan kepada pasien dengan kegagalan pernapasan akut atau distres pernapasan hipoksemik.

Keterbatasan penggunaan *high-flow* oksigen sebagai terapi liberal: ^{2,10-12}

- Risiko aerosolisasi: terapi oksigen aliran tinggi dapat menghasilkan aerosol, yang berpotensi meningkatkan risiko penularan patogen pernapasan, termasuk virus dan bakteri, terutama di lingkungan perawatan kesehatan. Langkah-langkah pengendalian infeksi yang tepat, seperti penggunaan peralatan pelindung diri (APD) yang sesuai dan tindakan isolasi, diperlukan untuk mengurangi risiko ini.
- Ketergantungan pada peralatan: terapi oksigen aliran tinggi membutuhkan peralatan khusus, seperti perangkat kanula nasal aliran tinggi, yang mungkin tidak tersedia secara mudah di beberapa situasi pelayanan kesehatan. Selain itu, perangkat ini memerlukan pemeliharaan dan pemantauan reguler untuk memastikan fungsi dan keselamatan yang tepat.
- Intensitas sumber daya: terapi oksigen aliran tinggi mengkonsumsi lebih banyak oksigen dan mungkin memerlukan laju aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pengiriman oksigen konservatif, yang dapat mengakibatkan peningkatan penggunaan sumber daya, terutama di pengaturan dengan pasokan atau infrastruktur oksigen yang terbatas.
- Biaya: biaya awal peralatan terapi oksigen aliran tinggi dan biaya berkelanjutan yang terkait dengan pemeliharaan dan konsumabel dapat lebih tinggi dibandingkan dengan metode pengiriman oksigen konvensional. Hal ini dapat menimbulkan tantangan keuangan, terutama di pengaturan perawatan kesehatan dengan sumber daya yang terbatas.
- Bukti terbatas pada beberapa populasi: meskipun terapi oksigen aliran tinggi telah menunjukkan manfaat pada beberapa populasi pasien, seperti pada pasien dengan kegagalan pernapasan akut, efikasi dan keamanannya pada kasus lain, seperti pasien pediatrik atau mereka dengan penyakit paru yang parah, mungkin kurang terdokumentasi dengan baik. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami penggunaan optimalnya pada populasi ini.

Perbandingan penggunaan terapi oksigen *low-flow* dan *high-flow*

Penggunaan sistem kanula nasal aliran tinggi atau *High Flow Nasal Canul* (HFNC) untuk memberikan bantuan pernapasan kepada pasien anak telah meningkat dalam dekade terakhir. Penggunaan sistem ini memiliki potensi untuk membersihkan saluran nasofaring; mengurangi resisensi inspirasi; meningkatkan konduktansi saluran napas dan respon paru-paru; serta mengurangi beban metabolisme melalui adanya gas yang dipanaskan dan terhumidifikasi. Penggunaan tekanan positif menjadi mekanisme yang lebih kontroversial. Meskipun sistem-sistem ini awalnya digunakan dalam situasi unit perawatan intensif anak-anak (PICU), perlakuan telah beralih ke kondisi perawatan akut. Masih terdapat sedikit penelitian yang membandingkan

penggunaan sistem aliran oksigen rendah dan HFNC untuk pengobatan kondisi pernapasan pada bayi dan anak-anak. Salah satu tantangan dalam menganalisis data yang dipublikasikan adalah definisi HFNC yang berbeda pada beberapa publikasi. Kendala lainnya sebagian besar studi bersifat retrospektif dan memiliki ukuran sampel yang kecil. Faktor lain adalah semua studi yang dilaporkan mencakup bayi yang didiagnosis dengan bronkiolitis moderat atau berat. Oleh karena itu, belum sepenuhnya jelas apakah manfaat HFNC berasal dari peningkatan oksigenasi saja atau juga karena adanya dukungan ventilasi yang lebih kuat.^{3,7}

Studi yang dilakukan oleh Franklin *et al.* membandingkan efektivitas oksigen aliran rendah dan HFNC dalam merawat 1.472 bayi dengan bronkiolitis. Mereka menemukan bahwa penggunaan HFNC menghasilkan tingkat eskalasi perawatan yang lebih rendah daripada oksigen aliran rendah, dengan sebagian besar pasien yang gagal dengan oksigen aliran rendah merespons baik terhadap HFNC. Durasi rawat inap, durasi terapi oksigen, dan insiden pneumotoraks tidak berbeda secara signifikan antara kedua kelompok.¹³

Sebuah penelitian yang melakukan evaluasi perbandingan dampak dari penggunaan masker oksigen dengan HFNC pada bayi yang menderita bronkiolitis di unit perawatan intensif anak (PICU). Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa kelompok yang menggunakan HFNC memerlukan waktu yang lebih sedikit untuk menerima oksigen tambahan dan memiliki tingkat kegagalan pengobatan yang lebih rendah. Selain itu, kelompok ini juga mengalami masa perawatan yang lebih singkat di unit perawatan intensif anak (ICU) dan rumah sakit. Pada studi lainnya, didapatkan bahwa pada anak-anak yang mengalami infeksi saluran pernapasan bawah akut, penggunaan masker pemasukan udara menghasilkan penurunan frekuensi pernapasan yang lebih signifikan dan mengurangi durasi waktu yang dibutuhkan untuk menerima oksigen tambahan jika dibandingkan dengan penggunaan masker oksigen biasa.¹³

Dalam sebuah uji klinis nonformal yang membandingkan efek penggunaan HFNC dengan oksigen aliran rendah pada bayi yang menderita bronkiolitis moderat hingga berat. Ditemukan hasil bahwa penggunaan HFNC menyebabkan penurunan frekuensi pernapasan yang lebih cepat, pemulihan kemampuan makan yang lebih cepat, penggunaan oksigen tambahan yang lebih singkat, serta masa rawat yang lebih pendek dibandingkan dengan penggunaan oksigen aliran rendah. Tidak ada dari subjek yang perlu dirawat di unit perawatan intensif anak-anak.³

Sebuah penelitian uji coba dilakukan untuk membandingkan penggunaan HFNC dengan oksigen aliran rendah pada bayi yang mengalami bronkiolitis dan memerlukan oksigen tambahan. Sebanyak 61 subjek direkrut untuk kelompok HFNC, sementara 31 subjek direkrut untuk kelompok oksigen

aliran rendah. Hasil studi menunjukkan bahwa subjek dalam kelompok HFNC memiliki kemungkinan yang lebih rendah untuk dipindahkan ke unit perawatan intensif anak dibandingkan dengan kelompok oksigen aliran rendah (13% dan 30%). Para peneliti juga menemukan bahwa kegagalan pengobatan terkait dengan ketidakmampuan mengurangi frekuensi pernapasan dan laju jantung pada jam pertama penggunaan HFNC. Durasi rawat di rumah sakit tidak berbeda antara kedua kelompok.³

Pada penelitian retrospektif selama 5 tahun menggunakan protokol HFNC dua tingkat pada 211 bayi berusia kurang dari 12 bulan yang dirawat di rumah sakit perawatan tersier dengan bronkiolitis, ditemukan bahwa sebagian besar pasien mulai terapi dengan oksigen aliran rendah, tetapi sebagian dari mereka membutuhkan HFNC sebagai pengobatan tambahan. Pasien-pasien ini memiliki durasi penyakit yang lebih pendek, skor Z berat badan yang lebih rendah, dan SpO₂ yang lebih rendah pada kedatangan mereka. Mereka juga cenderung menerima lebih banyak epinefrin dan lebih berisiko memiliki masalah jantung. Kebocoran udara terjadi pada sebagian kecil pasien yang menerima HFNC. Transfer ke unit perawatan intensif anak-anak rendah pada kedua kelompok.¹⁴

Pada studi yang melakukan tinjauan terhadap keamanan penggunaan HFNC pada pasien pediatrik yang dirawat di ICU pediatrik di sebuah rumah sakit perawatan tersier. Mereka mengevaluasi 177 episode yang melibatkan 145 subjek selama periode satu tahun. HFNC digunakan baik untuk mengurangi dukungan (36% setelah ekstubasi dan 18% setelah NIV) maupun sebagai dukungan primer (31%). Aliran maksimum yang digunakan adalah kurang dari 2 L/kg/menit, dengan tingkat kegagalan sebesar 22%. Mereka juga melaporkan tingkat komplikasi rendah, termasuk pneumotoraks (1,0%) dan epistaksis (0,6%).³ Secara keseluruhan, penggunaan HFNC dengan aliran 2 L/kg/menit terlihat sebagai pilihan yang aman dan lebih efektif daripada penggunaan oksigen aliran rendah, kurang dari 2 L/menit, dalam merawat bayi yang mengalami bronkiolitis sedang hingga parah di ruang rawat maupun PICU.⁷

Simpulan

Terapi oksigen aliran rendah dan terapi oksigen aliran tinggi adalah dua metode umum yang digunakan untuk memberikan oksigen tambahan kepada pasien dengan kekurangan napas. Terapi oksigen aliran rendah melibatkan penyampaian oksigen pada laju yang memenuhi kebutuhan dasar pernapasan pasien tanpa pemberian yang berlebihan. Biasanya termasuk perangkat seperti kanula nasal atau masker wajah sederhana. Meskipun terapi oksigen aliran rendah menghemat sumber daya oksigen, namun memiliki batasan dalam pengendalian yang tepat terhadap konsentrasi oksigen (FiO₂) dan mungkin

tidak mencukupi untuk pasien dengan kondisi tertentu. Di sisi lain, terapi oksigen aliran tinggi menyampaikan oksigen pada laju aliran yang lebih tinggi, sering dengan menggunakan perangkat khusus seperti sistem kanula nasal aliran tinggi (HFNC). Terapi oksigen aliran tinggi memberikan kontrol yang tepat terhadap tingkat FiO₂ dan menawarkan manfaat tambahan seperti peningkatan kenyamanan pasien, penurunan kerja pernapasan, dan peningkatan humidifikasi udara terinspirasi. Namun, hal ini memerlukan peralatan khusus, adanya risiko aerosolisasi, dan membutuhkan sumber daya yang lebih intensif.

Dalam satu sisi, terapi oksigen aliran rendah merupakan pilihan yang hemat biaya dan cocok untuk kondisi pasien secara umum, sedangkan terapi oksigen aliran tinggi menawarkan kelebihan dalam penyampaian FiO₂ yang tepat dan kenyamanan pasien, tetapi memerlukan pemantauan yang cermat dan sumber daya yang sesuai. Pemilihan antara kedua metode tergantung pada faktor seperti kondisi pasien, kebutuhan oksigenasi, dan sumber daya yang tersedia.

Daftar pustaka

1. Perrone S, Giordano M, De Bernardo G, Lugani P, Sarnacchiaro P, Stazzoni G, et al. Management of oxygen saturation monitoring in preterm newborns in the NICU: the Italian picture. *Ital J Pediatr.* 2021;47:1–10.
2. Sharluyan A, Osona B, Frontera G, Brandstrup KB, Figuerola J, Sanz-Ruiz I, et al. High flow nasal cannula versus standard low flow nasal oxygen during flexible bronchoscopy in children: A randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol.* 2021;56:4001–10.
3. Napolitano N, Berlinski A, Walsh BK, Ginier E, Strickland SL. AARC clinical practice guideline: Management of pediatric patients with oxygen in the acute care setting. *Respir Care.* 2021;66:1214–23.
4. He Y, Zhuang X, Liu H, Ma W. Comparison of the efficacy and comfort of high-flow nasal cannula with different initial flow settings in patients with acute hypoxic respiratory failure: a systematic review and network meta-analysis. *J Intensive Care [Internet].* 2023;11:1–23. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40560-023-00667-2>
5. Yuhas D. Oxygen Saturation Targets for Preterm Infants Clinical Pathway Oxygen Saturation Targets for Preterm. *Johns Hopkins All Child Hosp.* 2023;1–9.
6. Coelho Paraguassu É, Dos Passos Lacerda J, World Health Organization. Clinical care for severe acute respiratory infection: toolkit: COVID-19 adaptation. *Brazilian J Implantol Heal Sci.* 2022;4:48–330.
7. Sabz M, Tavernini S, Pillay K, Christianson C, Noga M, Finlay WH, et al. Variability in low-flow oxygen delivery by nasal cannula evaluated in neonatal and infant airway replicas. *Respir Res.* 2022;23:1–10.
8. Aydin O, Aydin EA, Birbilen AZ, Tekşam Ö. Predictive factors of high-flow nasal cannula oxygen therapy failure in children with respiratory distress treated in a

- Pediatric Emergency Department. *Turk J Pediatr.* 2021;63:1012–9.
- 9. Moresco L, Romantsik O, Calevo MG, Bruschettini M. Non-invasive respiratory support for the management of transient tachypnea of the newborn. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;2020.
 - 10. Sharma S, Danckers M, Sanghavi D. High-Flow Nasal Cannula. *StatPearls.* 2024;
 - 11. Granton D, Chaudhuri D, Wang D, Einav S, Helviz Y, Mauri T, et al. High-Flow Nasal Cannula Compared With Conventional Oxygen Therapy or Noninvasive Ventilation Immediately Postextubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med.* 2020;48:E1129–36.
 - 12. Ergul A, Callskan E, Samsa H, Gokcek I, Kaya A, Zararsiz G. Using a high-flow nasal cannula provides superior results to OxyMask delivery in moderate to severe bronchiolitis: a randomized controlled study. *Eur J Pediatr.* 2018;177:1299–307.
 - 13. Franklin D, Babl F, Schlapbach L, Oakley E, Craig S, Neutze J. A randomized trial of high-flow oxygen therapy in infants with bronchiolitis. *Natl English J Med.* 2018;12:1121–31.
 - 14. Daverio M, Dalt L Da, Panozzo M, Frigo A, Bressan S. A two-tiered high-flow nasal cannula approach to bronchiolitis was associated with low admission rate to intensive care and no adverse outcomes. *Acta Paediatr.* 2019;108:2056–62.