

BAHAN KULIAH

HFNC (*High Flow Nasal Cannula*)



disusun oleh :

dr. Randolph Serep Marantuan, Sp.An.,KIC

Semester Genap 2021/2022
Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia
Jakarta, 2022

BAB I

PENDAHULUAN

HFNC (*High Flow Nasal Cannula*) merupakan alat terapi ventilasi non invansif yang digunakan untuk memberikan oksigen dengan konsentrasi tinggi dengan menggunakan humidifikasi untuk memungkinkan pengiriman oksigen hingga 100% dengan kecepatan aliran hingga 60 L/menit. ¹ HFNC adalah salah satu terapi non invansif yang telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir, sebagai terapi yang meningkatkan oksigenasi dan mengurangi kebutuhan ventilasi menit pada pasien dengan penyakit pernafasan serta memberikan banyak manfaat seperti menurunkan sesak napas dan meningkatkan kenyamanan pasien.²

Tujuan dari bantuan pernafasan adalah untuk menjaga ventilasi dan oksigenasi yang adekuat. Dalam hal ini, memastikan ventilasi alveolar yang memadai sangat penting untuk mengeluarkan karbon dioksida yang diproduksi dalam tubuh manusia. Saat ini, untuk memastikan ventilasi alveolar yang memadai, dapat didukung oleh ventilasi invasif atau noninvasif. Untuk pasien dengan eksaserbasi akut penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), ventilasi noninvasif (NIV) telah menjadi modalitas utama pilihan untuk dukungan pernafasan karena meningkatkan volume tidal inspirasi (V_T) dan mempertahankan ventilasi alveolar yang memadai, tetapi sudah dibuktikan bahwa NIV dapat meningkatkan ruang mati anatomis sedangkan HFNC dapat mengurangi ruang mati anatomis.³

HFNC Pertama kali digunakan pada preterm neonates dan pediatric care. Pada kelompok umur ini, peranan HFNC terus diteliti dan dikembangkan terutama pada kondisi *Respiratory Distress Syndrome*, *Apnea of Prematurity* dan pada *Post Extubation periode* untuk mencegah kegagalan ekstubasi. Di antara pasien dengan hipoksemik akut gagal nafas, HFNC terbukti menghindari intubasi dibandingkan oksigen konvensional alat.⁴ Namun, ada kekhawatiran penting bahwa HFNC dapat meningkatkan bio-aerosol dispersi di lingkungan karena aliran gas tinggi yang digunakan.

Peningkatan dispersi mungkin mendukung penularan agen infeksius (seperti COVID-19) yang dibawa dalam tetesan aerosol dihasilkan oleh pasien yang terinfeksi. Kekhawatiran ini tercermin dari terbatasnya penggunaan HFNC di studi klinis pertama melaporkan 21 pasien dengan COVID-19 di Washington State, di mana hanya satu pasien menggunakan HFNC. ⁴ Sebaliknya, pemanfaatan yang luas diamati dalam studi oleh Yang dan rekan dari Wuhan, Cina di mana 33 dari 52 pasien ICU dirawat dengan HFNC.

Tampaknya ketidakpastian dan tren untuk menghindari HFNC di antara COVID-19 pasien di dunia barat, sehingga meningkatkan tingkat intubasi dini dan berpotensi terkait bahaya seperti sedasi dan perawatan intensif dalam waktu lama tetapi juga prosedur intubasi sendiri yang mewakili situasi risiko tinggi untuk pajanan virus. Intubasi dini meningkatkan permintaan ventilator, berkontribusi pada kekurangan kritis yang dilaporkan di seluruh dunia. Menghindari atau menunda ventilasi mekanis invasif secara substansial dapat mengurangi permintaan segera ventilator.

Percobaan terbaru yang dilakukan dalam pengaturan Unit Perawatan Intensif (ICU) menunjukkan bahwa dibandingkan dengan terapi oksigen konvensional, HFNO mencapai oksigenasi yang lebih baik, serta meningkatkan kenyamanan pasien, oleh karena itu, HFNC telah mendapatkan perhatian sebagai sarana alternatif dukungan pernapasan untuk pasien sakit kritis. HFNC terdiri dari blender udara / oksigen, pelembab aktif, sirkuit pemanas tunggal, dan kanula hidung. Ini memberikan gas medis yang dipanaskan dan dilembabkan secara memadai memiliki sejumlah efek fisiologis: pengurangan ruang mati anatomis, efek PEEP, fraksi konstan oksigen inspirasi, dan humidifikasi yang baik. Di udara / oksigen blender, fraksi inspirasi oksigen $F_{I}O_2$ sudah diatur dari 0,21 hingga 1,0 dalam aliran hingga 60 L / menit. Gas dipanaskan dan dilembabkan dengan pelembab aktif dan dikirim melalui sirkuit yang dipanaskan. HFNC dianggap memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan sistem pengiriman oksigen konvensional, menghasilkan efek fisiologis yang lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Sistem Pernafasan ^{5,6}

Sistem Pernafasan pada Manusia terdiri atas:

1. Saluran Nafas Bagian Atas

a. Hidung

Hidung atau naso adalah saluran pernafasan yang pertama. Ketika proses pernafasan berlangsung, udara yang diinspirasi melalui rongga hidung akan menjalani tiga proses yaitu penyaringan (filtrasi), penghangatan, dan pelembaban. Hidung terdiri atas bagian- bagian sebagai berikut:

b. Faring

Merupakan pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan oesopagus pada ketinggian tulang rawan krikoid.

- Nasofaring(terdapat pharyngeal tonsil dan Tuba Eustachius). Nasofaring terletak tepat di belakang cavum nasi , di bawah basis crania dan di depan vertebrae cervicalis I dan II. Nasofaring membuka bagian depan ke dalam cavum nasi dan ke bawah ke dalam orofaring. Tuba eusthacius membuka ke dalam didnding lateralnya pada setiap sisi. Pharyngeal tonsil (tonsil nasofaring) adalah bantalan jaringan limfe pada dinding posteriosuperior nasofaring.

– Orofaring

Merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring,terdapat pangkal lidah). Orofaring adalah gabungan sistem respirasi dan pencernaan , makanan masuk dari mulut dan udara masuk dari nasofaring dan paru.

– Laringofaring(terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan)

Laringofaring merupakan bagian dari faring yang terletak tepat di belakang laring, dan dengan ujung atas esofagus.

c. Laring (tenggorok)

Saluran udara dan bertindak sebagai pembentuk suara. Pada bagian pangkal ditutup oleh sebuah empang tenggorok yang disebut epiglottis, yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi ketika menelan makanan dengan menutup laring.

Terletak pada garis tengah bagian depan leher, sebelah dalam kulit, glandula thyroidea, dan beberapa otot kecil, dan didepan laringofaring dan bagian atas esopagus.³

2. Saluran Nafas Bagian Bawah

a. Trachea atau Batang tenggorok

Merupakan tabung fleksibel dengan panjang kira-kira 10 cm dengan lebar 2,5 cm. trachea berjalan dari cartilago cricoidea kebawah pada bagian depan leher dan dibelakang manubrium sterni, berakhir setinggi angulus sternalis (taut manubrium dengan corpus sterni) atau sampai kira-kira ketinggian vertebrata torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi dua bronkus (bronchi).

Trachea tersusun atas 16 - 20 lingkaran tak- lengkap yang berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melengkapi lingkaran disebelah belakang trachea, selain itu juga membuat beberapa jaringan otot.

b. Bronkus

- Bronkus yang terbentuk dari belahan dua trachea pada ketinggian kira-kira vertebrata torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trachea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.
- Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing dari yang kanan, dan berjalan di bawah arteri pulmonalis sebelum di belah menjadi beberapa cabang yang berjalan ke lobus atas dan bawah.
- Cabang utama bronchus kanan dan kiri bercabang lagi menjadi bronchus lobaris dan kemudian menjadi lobus segmentalis. Percabangan ini berjalan terus menjadi bronchus yang ukurannya semakin kecil, sampai akhirnya menjadi bronchiolus terminalis, yaitu saluran udara terkecil yang tidak mengandung alveoli (kantong udara). Bronchiolus terminalis memiliki garis tengah kurang lebih 1 mm.

Bronkiolus tidak diperkuat oleh cincin tulang rawan. Tetapi dikelilingi oleh otot polos sehingga ukurannya dapat berubah. Seluruh saluran udara ke bawah sampai tingkat bronkiolus terminalis disebut saluran penghantar udara karena fungsi utamanya adalah sebagai penghantar udara ke tempat pertukaran gas paru-paru, yaitu alveolus.⁴

2.2 Fisiologi Pernafasan

Respirasi adalah pertukaran gas-gas antara organisme hidup dan lingkungan sekitarnya. Pada manusia dikenal 2 macam respirasi yaitu eksternal dan internal. Respirasi eksterna adalah pengangkutan oksigen dari atmosfer sampai ke jaringan tubuh dan pengangkutan karbon dioksida dari jaringan sampai ke atmosfer. Sementara bagaimana oksigen digunakan oleh jaringan dan bagaimana karbon dioksida dibebaskan oleh jaringan disebut respirasi internal. Secara fisiologis sistem respirasi dibagi menjadi bagian konduksi dari ruang hidung sampai bronkioli terminalis dan bagian respirasi yang terdiri dari bronkioli respiratorius sampai alveoli.

2.2.1 Proses respirasi merupakan proses yang dapat dibagi menjadi 5 tahap yaitu:

a. Ventilasi

Ventilasi adalah proses masuk udara sekitar dan pembagian udara ke alveoli. Udara bergerak masuk dan keluar paru-paru karena ada selisih tekanan yang terdapat antara atmosfer dan alveolus akibat kerja mekanik dari otot-otot. Frekwensi nafas normal 12-15 x/menit. Pada orang dewasa setiap satu kali nafas (tidal volume V_t) udara masuk 500 cc atau 10 ml/kg BB. Sehingga setiap menit udara masuk ke sistem nafas 6-8 liter (minute volume, MV). Selama inspirasi, volume toraks bertambah besar karena diafragma turun dan iga terangkat akibat kontraksi beberapa otot yaitu otot sternokleidomastoideus mengangkat sternum ke atas dan otot seratus, skalenus dan interkostalis eksternus mengangkat iga-iga.

Toraks membesar ke tiga arah : anteroposterior, lateral dan vertikal. Peningkatan volume ini menyebabkan penurunan tekanan intrapleura, dari sekitar -4 mm Hg (relatif terhadap tekanan atmosfer) menjadi sekitar -8 mm Hg bila paru-paru mengembang pada waktu inspirasi. Tekanan saluran udara menurun sampai sekitar -2 mm Hg (relatif terhadap tekanan atmosfer) dari 0 mm Hg pada waktu mulai inspirasi. Selisih tekanan antara saluran udara dan atmosfer menyebabkan udara mengalir ke dalam paru-paru sampai tekanan saluran udara pada akhir inspirasi sama lagi dengan

tekanan atmosfer. Selama pernapasan tenang, ekspirasi merupakan gerakan pasif akibat elastisitas dinding dada dan paru-paru atau saat ekspirasi dinding dada turun dan lengkung diafragma naik ke atas menyebabkan volume toraks berkurang. Pengurangan volume toraks ini meningkatkan tekanan intrapleura maupun tekanan intrapulmonal. Selisih tekanan antara saluran udara dan atmosfer menjadi terbalik, sehingga udara mengalir keluar dari paru-paru sampai tekanan saluran udara dan tekanan atmosfer menjadi sama kembali pada akhir ekspirasi.

b. Difusi

Tahap kedua dari proses pernapasan mencakup proses difusi gas-gas melintasi membran alveolus-kapiler yang tipis (tebalnya kurang dari 0,5 cm). Kekuatan pendorong untuk pemindahan ini adalah selisih tekanan parsial antara darah dan fase gas. Pada waktu oksigen diinspirasi dan sampai di alveolus maka tekanan parsial ini akan mengalami penurunan sampai sekitar 103 mm Hg. Penurunan tekanan parsial ini terjadi berdasarkan fakta bahwa udara inspirasi tercampur dengan udara dalam ruang septi anatomik saluran udara dan dengan uap air.

Ruang septi anatomik ini dalam keadaan normal mempunyai volume sekitar 1 ml udara per pound berat badan. Hanya udara bersih yang mencapai alveolus yang merupakan ventilasi efektif, tekanan parsial oksigen dalam darah vena campuran (P_{VO_2}) di kapiler paru kira-kira sebesar 40 mm Hg. Karena tekanan parsial oksigen dalam kapiler lebih rendah daripada tekanan dalam alveolus ($PAO_2 = 103$ mm Hg), maka oksigen dapat dengan mudah berdifusi ke dalam aliran darah. Perbedaan tekanan CO_2 antara darah dan alveolus yang jauh lebih rendah (6 mm Hg) menyebabkan karbon dioksida berdifusi ke dalam alveolus. Karbon dioksida ini kemudian dikeluarkan ke atmosfer, dimana konsentrasinya pada hakekatnya nol kendatipun selisih CO_2 antara darah dan alveolus amat kecil.

c. Hubungan antara ventilasi-perfusi

Pemindahan gas secara efektif antara alveolus dan kapiler paru-paru membutuhkan distribusi merata dari udara dalam paru-paru dan perfusi (aliran darah) dalam kapiler. Dengan perkataan lain, ventilasi dan perfusi dari unit pulmonar harus sesuai. Nilai rata-rata rasio antara ventilasi terhadap perfusi (V/Q) adalah 0,8. Angka ini didapatkan dari rasio rata-rata laju ventilasi alveolar normal (4 L/menit).

Ketidak-seimbangan antara proses ventilasi-perfusi terjadi pada kebanyakan penyakit pernapasan. Tiga unit pernapasan abnormal secara teoritis menggambarkan unit ruang sepi yang mempunyai ventilasi normal, tetapi tanpa perfusi, sehingga ventilasi terbuang percuma ($V/Q = \infty$). Unit pernapasan abnormal yang kedua merupakan unit shunt, dimana tidak ada ventilasi tetapi perfusi normal, sehingga perfusi terbuang sia-sia ($V/Q = 0$). Unit yang terakhir merupakan unit dead space, dimana tidak ada ventilasi dan perfusi.

d. Respirasi internal, meliputi :

- Efisiensi kardiosirkulasi dalam menjalankan darah kaya oksigen
- Distribusi kapiler
- Difusi, perjalanan gas ke ruang interstitial dan menembus dinding sel
- Metabolisme sel yang melibatkan enzim.

Transpor oksigen dalam darah. Oksigen dapat diangkut dari paru-paru ke jaringan-jaringan melalui dua jalan: secara fisik larut dalam plasma atau secara kimia berikatan dengan hemoglobin sebagai oksihemoglobin (HbO_2). Ikatan kimia oksigen dengan hemoglobin ini bersifat reversibel. Dalam keadaan normal jumlah O_2 yang larut secara fisik sangat kecil karena daya larut oksigen dalam plasma yang rendah. Hanya sekitar 1% dari jumlah oksigen total yang diangkut. Cara transpor seperti ini tidak memadai untuk mempertahankan hidup. Sebagian besar oksigen diangkut oleh hemoglobin yang terdapat dalam sel-sel darah merah. Dalam keadaan tertentu (misalnya : keracunan karbon monoksida atau hemolisis masif dimana terjadi insufisiensi hemoglobin) maka oksigen yang cukup untuk mempertahankan hidup dapat ditranspor dalam bentuk larutan fisik dengan memberikan oksigen dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer (ruang oksigen hiperbarik). Satu gram hemoglobin dapat mengikat 1,34 ml oksigen. Pada tingkat jaringan oksigen akan berdisosiasi dari hemoglobin dan berdifusi ke dalam plasma. Dari plasma oksigen berdifusi ke sel-sel jaringan tubuh untuk memenuhi kebutuhan jaringan yang bersangkutan. Meskipun kebutuhan jaringan bervariasi, namun sekitar 75% dari hemoglobin masih berikatan dengan oksigen pada waktu hemoglobin kembali ke paru-paru dalam bentuk darah vena campuran. Jadi sesungguhnya hanya sekitar 25% oksigen dalam darah arteria yang digunakan untuk keperluan jaringan.

e. Pengendalian Pernapasan

Pengendalian pernapasan atau pusat pernapasan adalah suatu kelompok neuron yang terletak bilateral di dalam substansia retikularis medula oblongata dan pons. Dibagi menjadi 3 daerah utama yaitu : (1)Kelompok neuron medula oblongata dorsalis, yang merupakan area inspirasi. Letak neuronnya sangat dekat dan berhubungan rapat dengan traktus solitarius yang merupakan ujung sensorik nervus vagus dan gloso varingeus. Sebaliknya masing-masing saraf ini menghantarkan isyarat-isyarat sensorik dari kemo reseptor perifer, dengan cara ini membantu ventilasi paru. (2)Kelompok neuron medula oblongata ventralis, yang merupakan area ekspirasi.

Area ekspirasi merupakan kelompok neuron respirasi ventralis yang bila terangsang merangsang otot-otot ekspirasi. Area ekspirasi selama pernapasan tenang dan normal bersifat pasif. Bila dorongan ekspirasi menjadi jauh lebih besar dari normal maka isyarat-isyarat tertumpah ke area ekspirasi dari mekanisme osilasi dasar area inspirasi, meningkatkan tenaga kontraktile yang kuat ke proses ventilasi paru. (3)Area di dalam pons yang membantu kecepatan pernapasan yang disebut area pneumotaksis. Pusat pneumotaksis menghantarkan isyarat penghambat ke area inspirasi, yang mempunyai efek membatasi isyarat inspirasi. Efek sekundernya terjadi bila pembatasan inspirasi memperpendek masa pernapasan, maka siklus pernapasan berikut akan terjadi lebih dini. Jadi isyarat pneumotaksis yang kuat dapat meningkatkan kecepatan pernapasan 30-40 x per menit. Sementara yang lemah hanya beberapa kali per menit.

2.2.2 Pengangkutan oksigen dan karbondioksida

Oksigen berdifusi dari bagian konduksi paru ke bagian respirasi paru sampai ke alveoli. Setelah O₂ menembus epitel alveoli, membrana basalis dan endotel kapiler, dalam darah sebagian besar O₂ bergabung dengan hemoglobin (97%) dan sisanya larut dalam plasma (30%)

Dewasa muda pria jumlah darahnya \pm 75 ml/kg, wanita 65 ml/kg. Satu ml darah pria mengandung 4,9-5,9 juta eritrosit, wanita 3,5-5,5 juta eritrosit. Satu sel eritrosit mengandung kira-kira 280 juta molekul Hb. Satu molekul Hb sanggup mengikat 4 molekul O₂ membentuk HbO₂, oksi-hemoglobin. Satu gram Hb dapat mengikat 1.34-1.39 ml O₂. Hb adalah protein konjugasi dengan berat molekul 66,700. Bentuk Hb normal hanya HbA (Adult, dewasa) mengandung banyak 2,3 DPG (DiPhospoGliserat) yang memudahkan O₂ lepas dari Hb dan HbF (fetal) mengandung sedikit 2,3 DPG. HbF menghilang setelah bayi berusia 4-6 bulan. Jenis Hb lain abnormal.

Dalam keadaan normal 100 ml darah yang meninggalkan kapiler alveoli mengangkut 20 ml O₂. Rata-rata dewasa muda normal membutuhkan O₂ setiap menitnya 225 ml. Karbondioksida (Co₂) adalah hasil metabolisme aerobik dalam jaringan perifer dan produksinya bergantung jenis makanan yang dikonsumsi. Dalam darah sebagian besar Co₂ (70%) diangkut dan diubah menjadi asam karbonat dengan bantuan enzim carbonic anhydrase (CA). Sebagian kecil CO₂ diikat oleh Hb dalam eritrosit. Sisa CO₂ (23%) larut dalam plasma.

2.3 Definisi

HFNC (*High Flow Nasal Cannula*) merupakan alat terapi ventilasi non invansif yang digunakan untuk memberikan oksigen dengan konsentrasi tinggi dengan menggunakan humidifikasi untuk memungkinkan pengiriman oksigen hingga 100% dengan kecepatan aliran hingga 60 L/menit.¹

2.4 Efek Fisiologis, Efek PEEP, Fraksi Oksigen Inspirasi dan Humidifikasi dari HFNC^{3,7}

2.4.1 Efek Fisiologis

Gas dari blender udara / oksigen yang dapat menghasilkan aliran total hingga 60 L/menit dipanaskan dan dilembabkan dengan pelembab aktif dan selanjutnya dialirkan melalui sirkuit yang dipanaskan. Aliran tinggi gas yang dipanaskan dan dilembabkan secara memadai dianggap memiliki sejumlah efek fisiologis:

1. Aliran tinggi membuang karbon dioksida di ruang mati anatomis.
2. Meskipun diberikan melalui sistem terbuka, aliran tinggi mengatasi resistensi terhadap aliran ekspirasi dan menciptakan tekanan nasofaring positif. Meskipun tekanannya relatif rendah dibandingkan dengan sistem tertutup, hal ini dianggap cukup untuk meningkatkan volume paru atau merekrut alveoli yang kolaps.
3. Perbedaan antara aliran inspirasi pasien dan aliran yang dilahirkan kecil dan F_IO₂ tetap relatif konstan.
4. Karena gas umumnya dihangatkan hingga 37 °C dan benar-benar dilembabkan, fungsi mukosiliar tetap baik dan sedikit ketidaknyamanan yang dilaporkan. Pencucian ruang mati anatomis Itagaki dkk. telah mengevaluasi sinkronisasi torakoabdominal dengan plethysmography induktansi pernapasan.⁸

Mereka menemukan bahwa sinkronisasi torakoabdominal lebih baik dengan HFNC dibandingkan dengan pengiriman masker wajah. Frekuensi pernapasan lebih rendah dengan HFNC, sedangkan PaCO₂ dan VT (dihitung dari tulang rusuk dan pengukuran perut) tetap konstan. Sejak VT konstan dan frekuensi pernapasan berkurang, ventilasi menit lebih rendah. Mungkin juga begitu ventilasi alveolar, bersama dengan PaCO₂ yang konstan.

Bukti ini menunjukkan bahwa ada lebih sedikit ruang mati. Menurunkan frekuensi pernapasan dengan HFNC dibandingkan dengan pengiriman oksigen aliran rendah juga telah dilaporkan dalam penelitian lain.³ Berdasarkan penelitian, dalam model hewan yang mengalami cedera paru-paru, didapatkan PaCO₂ menurun seiring dengan peningkatan aliran HFNC, dan pelepasan gas yang lebih besar dan lebih efektif menurunkan PaCO₂.

Hasil ini menunjukkan pembersihan karbon dioksida yang efektif dengan HFNC.⁷ Wettstein dkk. Membandingkan F_IO₂ pada relawan sehat yang bernapas dengan mulut terbuka dan tertutup. F_IO₂ lebih tinggi dengan pernapasan mulut terbuka. Ini mungkin karena fungsi reservoir hidung, faring, dan rongga mulut yang berpotensi. Dengan membiarkan oksigen sepenuhnya memenuhi rongga hidung selama pernafasan, bernapas dengan mulut terbuka memungkinkan CO lebih efisien 2 mencuci dan menyediakan reservoir anatomi yang lebih besar. Dengan terhirup, oksigen hidung masuk dan berkontribusi pada F_IO₂ yang lebih tinggi.

2.3.2 Efek PEEP

Meskipun HFNC adalah sistem terbuka, aliran tinggi dari kanula hidung dapat melawan beberapa resistensi aliran ekspirasi dan meningkatkan tekanan saluran napas. Dalam sebuah in vitro studi dengan dan tanpa katup pembatas tekanan untuk membatasi tekanan saluran napas, model HFNC neonatus menunjukkan bahwa tekanan saluran napas meningkat seiring dengan peningkatan aliran.³ In vivo, Hasil dari studi observasi yang sama menunjukkan bahwa, ketika ada pelepasan gas, tekanan esofagus akhir ekspirasi tidak meningkat pada 3 cmH₂O. Sebuah Penelitian membandingkan HFNC dengan penggunaan terapi oksigen masker wajah, pada aliran 35 L / menit didapatkan pada penggunaan HFNC tekanan nasofaring meningkat menjadi $2,7 \pm 1,04$ cmH₂O dengan mulut tertutup dan $1,2 \pm 0,76$ cmH₂O dengan mulut terbuka, itu sekitar nol dengan masker wajah. Dipengaruhi oleh jenis kelamin, indeks massa tubuh (BMI),

mulut tertutup atau terbuka, dan aliran, penulis lain juga melaporkan tekanan faring positif dengan HFNC.⁹

Dalam beberapa penelitian yang melaporkan peningkatan tekanan faring dengan HFNC, tidak jelas apakah HFNC benar-benar meningkatkan volume paru atau merekrut alveoli yang kolaps. Dilakukan evaluasi volume paru ekspirasi akhir menggunakan tomografi impedansi paru listrik dan menemukan bahwa volume paru ekspirasi akhir lebih besar dengan HFNC dibandingkan dengan terapi oksigen aliran rendah.³ Selain itu, efeknya lebih terasa pada pasien dengan BMI yang lebih tinggi dan juga diukur, dalam posisi telentang dan tengkurap, volume paru ekspirasi akhir dengan tomografi impedansi paru listrik didapatkan rata-rata tekanan saluran napas bagian atas dengan mulut tertutup menunjukkan peningkatan tekanan seiring dengan peningkatan aliran gas

2.3.4 humidifikasi

Dalam pengaturan klinis, ada situasi di mana kelembapan udara berkurang, misalnya, ketika gas, seperti oksigen pipa, dikirim dari sumber aliran buatan atau ketika tabung endotrakeal atau trakeostomi melewati jalan napas bagian atas, di mana sebagian besar pelembapan secara alami akan terjadi. Perangkat oksigen konvensional yang mengirimkan gas kering dan berhubungan dengan ketidaknyamanan masker, berkaitan dengan hidung kering, mulut kering, iritasi mata, trauma hidung dan mata, distensi lambung, dan aspirasi. Gas, jika tidak hangat dan kering, mungkin memiliki berbagai efek yang tidak diinginkan pada pasien dengan alat bantu pernapasan. Diketahui bahwa udara dingin menyebabkan bronkokonstriksi.³ Gas yang dikondisikan secara memadai memiliki dampak yang lebih kecil pada respons fisiologis paru-paru. Berdasarkan penelitian telah ditemukan kepatuhan pernapasan yang lebih besar pada bayi dengan 5 L / menit persalinan aliran tinggi dengan gas terkondisi dibandingkan dengan 6cmH₂O CPAP konvensional menggunakan unit humidifikasi standar. Pengkondisian gas meminimalkan penyempitan jalan napas dan mengurangi kerja pernapasan. Selain itu, gas yang dikondisikan meningkatkan fungsi mukosiliar, memfasilitasi pembersihan sekresi, dan dikaitkan dengan lebih sedikit atelektasis, menghasilkan hasil yang baik. rasio ventilasi / perfusi dan oksigenasi yang lebih baik.³

NIV mengalirkan gas medis dengan aliran tinggi; jika gas ini tidak cukup dilembapkan, mulut kering dan pasien mungkin tidak nyaman. Penelitian telah

dilakukan pengukuran serial selama 24 jam kelembaban absolut (AH) di dalam masker oronasal dari subjek yang menjalani NIV untuk gagal napas akut (GGA). Dalam studi lain di mana HFNC digunakan selama rata-rata $2,8 \pm 1,8$ hari (maks. 7 hari), intoleransi tidak menyebabkan HFNC dihentikan dan tidak ada efek samping yang tidak terduga terdeteksi. Bukti menunjukkan bahwa HFNC dapat dianggap sebagai sistem pengiriman gas yang sangat nyaman. Pemberian kelembaban esensial melalui HFNC dapat mencegah pengeringan jalan nafas, menghindari respon inflamasi yang disebabkan oleh pengeringan mukosa

2.4 Indikasi dan Kontra Indikasi

1. Indikasi

- Distress pernapasan sedang ke berat pada bayi (0-12 bulan) dengan bronkiolitis yang telah gagal untuk menanggapi oksigen aliran rendah
- Dalam tahap gangguan pernapasan sedang ke berat pada anak-anak yang telah gagal untuk menanggapi oksigen aliran rendah, walaupun bukti terbatas untuk mendukung ini
- Gunakan untuk indikasi lain selain bronkiolitis yang mungkin memiliki beberapa manfaat, tetapi hanya harus dipertimbangkan setelah konsultasi medis dan pelaksanaan perawatan khusus penyakit yang tepat.

2. Kontraindikasi

- Sumbatan hidung
- Keracunan
- Mengancam kehidupan hipoksia / apnoea / hemodinamik yang tidak stabil
- Trauma (maksilofasial / dicurigai dasar tengkorak fraktur / dada)
- Pneumotoraks
- Aspirasi benda asing.

2.5 Mekanisme kerja dan penggunaan HFNC

a. Mekanisme Kerja HFNC. ⁸

1. Mengurangi dead space pada nasofaringeal yang dinilai dari peningkatan fraksi inspirasi oksigen dan karbondioksida di alveolus.

2. Mereduksi resistensi inspirasi dan kerja pernafasan dengan aliran udara yang adekuat.
3. Meningkatkan konduktivitas jalan nafas dan komplians paru dengan mengurangi efek negative dari suhu udara yang rendah.
4. Mereduksi kegagalan metabolisme dari kondisi gas dengan udara yang 100% sesuai dengan kelembaban.
5. Tekanan yang diberikan habis sampai ke paru – paru.

b. Cara Penggunaan HHHFNC

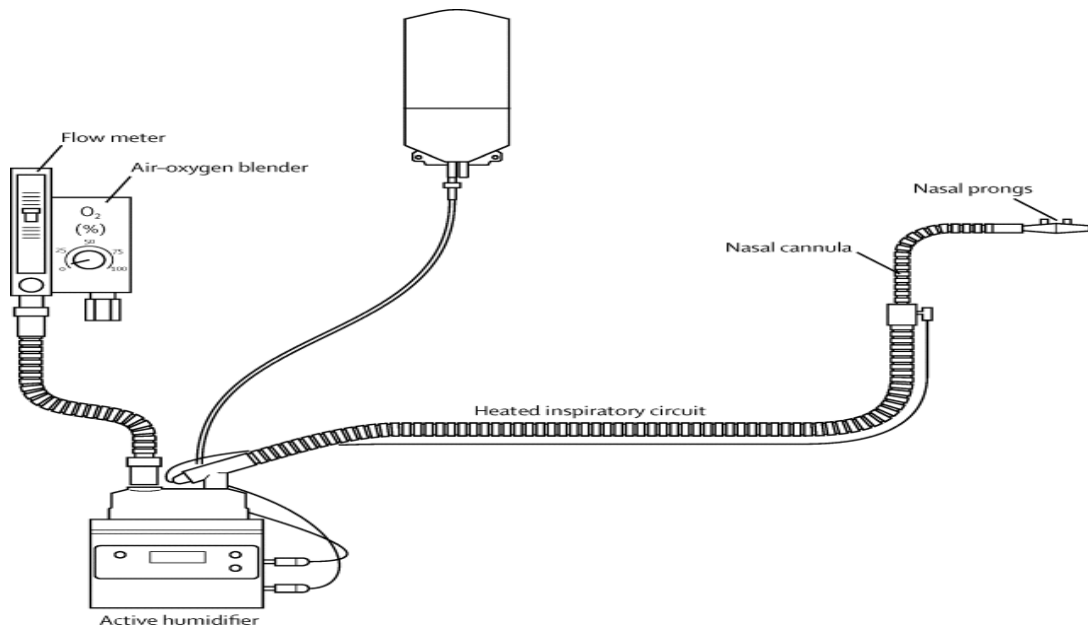
1. Kaliber cabang disesuaikan dengan ukuran lubang hidung untuk menghindari fenomena overpressure. Diameter cabang harus sekitar setengah dari lubang hidung dan untuk mengurangi kebocoran mulut dengan menggunakan pecifier / dot.

2. Terdapat tiga tipe generator

a. Tipe pertama menggunakan udara / oksigen blender dan terhubung ke sistem untuk melembabkan dan menghangatkan udara. Beberapa contoh perangkat yang tersedia: Optiflow System (Fisher dan Packel, Auckland, Selandia Baru), Precision Flow (Vapotherm, Exeter, UK), dan Comfort-Flow (Teleflex Medis, Durham, NC, USA). Terdapat katup tekanan yang memotong aliran ketika tekanan yang telah ditentukan dalam rangkaian tercapai. Konsekuensi praktis dari katup ini adalah keterbatasan aliran bergantung pada ukuran kanula.

b. Tipe kedua menggunakan sistem turbin + humidifier (pencampur) (Airvo2, Fisher dan Paekel, Auckland, Selandia Baru). Sistem ini memiliki keuntungan karena tidak memerlukan sumber gas eksternal, kecuali oksigen. Perangkat ini tidak dapat digunakan pada neonatus dan yang start-up kadang-kadang agak lama dibandingkan dengan jenis lain.

c. Tipe ketiga didasarkan pada mekanisme CPAP atau ventilator konvensional dengan pernapasan sirkuit HFNC terhubung ke humidifier.



Gambar 1: Prinsip Pengaturan terapi oksigen kanula hidung aliran tinggi dengan blender udara/oksigen, memungkinkan dari aliran 0,21 hingga 1,0 FIO₂.

2.6 Tingkat aliran, lama rawat inap dan kenyamanan pasien dengan HFNC

a. Tingkat aliran

Aliran maksimal optimal untuk HFNC tidak diketahui. Dalam kebanyakan studi, laju aliran digunakan bervariasi dari 2 sampai 8 L / min dan telah disesuaikan secara individu untuk meminimalkan kerja pernapasan dan nilai-nilai SpO₂. Dalam sembilan studi, laju aliran diperkirakan dengan berat badan pasien. Enam dari studi ini menggunakan aliran 2 L / kg / min, dengan aliran maksimum 8-12 L / min yang digunakan dalam dua studi. Satu studi melaporkan laju aliran bervariasi dari 1 sampai 3 L / kg / min, tapi aliran maks 8 L / min.³

Dalam sebuah penelitian termasuk anak-anak di rumah sakit dengan penyakit paru, misalnya : bronchiolitis diberikan aliran 2 L / kg / min, dengan aliran maks 10 L / min aman tanpa efek samping. FiO₂ diatur untuk mencapai target saturasi antara 92% dan 97%. Suhu gas diatur sekitar 37 ° C untuk mencapai humidifikasi yang optimal.⁹ Jika ruangan pasien sejuk, mungkin berguna untuk melindungi pipa atau menggunakan sirkuit pernapasan dengan kabel pemanas untuk membatasi kondensasi dan semprotan tetesan air ke hidung anak. Jika fenomena ini terus berlanjut, suhu pemanas dapat dikurangi minimal 34°C.

Pada bayi, laju aliran lebih besar dari 2 L/menit dan dapat disesuaikan dengan berat badan yaitu 2 L/kgBB/menit. Namun, kurangnya penelitian menggunakan tingkat aliran tinggi dan laporan kasus kebocoran udara yang serius pada anak-anak yang dengan pemakaian HFNC menunjukkan bahwa harus hati-hati dengan meningkatnya tingkat aliran tinggi dari 1 L / kg / menit pada anak-anak atau lebih tinggi dari 10 L / min untuk bayi, terutama di luar dari PICU.

b. Lama rawat inap

Tidak ada perbedaan di lama tinggal atau *length of stay* (LOS). Satu studi prospektif observasional termasuk anak-anak dengan bronkiolitis menemukan bahwa LOS 3 hari lebih pendek pada anak-anak yang menerima HFNC daripada anak-anak yang menerima oksigen aliran rendah. Studi lain retrospektif dengan pasien bronkiolitis menemukan bahwa median rawat inap rumah sakit adalah 4 hari vs 3 hari sebelum dan setelah pengenalan HFNC di bangsal umum. Namun, tidak ada perbedaan LOS ditemukan dalam penelitian yang membandingkan anak-anak dengan bronkiolitis diobati dengan HFNC dan cairan hipertonik atau dalam studi bronkiolitis membandingkan anak-anak di CPAP dan HFNC selama dua musim. LOS median di PICU berkurang 6-4 jam pada anak-anak dirawat di rumah sakit dengan bronkiolitis diobati dengan HFNC dibandingkan dengan anak-anak dirawat di rumah sakit di musim sebelum pengenalan HFNC.

c. Kenyamanan pasien dengan HFNC

Hanya satu penelitian kecil pada anak-anak di luar periode neonatal telah mempelajari toleransi dan kepatuhan pasien. Penelitian ini termasuk 46 anak-anak dengan berbagai penyebab kesukaran pernafasan 0-12 tahun, dan menemukan bahwa kenyamanan pasien diukur dengan skala COMFORT meningkat ketika berpindah dari oksigen yang disampaikan oleh kanula nasal atau masker untuk HFNC.

Sebuah survei dari Australia dan Selandia Baru diarahkan pada staf medis dan keperawatan senior yang mencatat bahwa, meskipun kurangnya pedoman, HFNC dianggap sebagai mudah dijalankan dan nyaman untuk bayi. Akan terlihat bahwa penilaian ini meningkatkan toleransi pasien saat menggunakan HFNC dibandingkan dengan bentuk lain dari dukungan pernapasan juga dapat membantu menjelaskan popularitasnya dengan staf klinis, dan akan muncul menjadi salah satu alasan untuk meningkatkan penggunaannya selama beberapa tahun terakhir, meskipun kurangnya sebuah bukti untuk efektivitas klinis.

2.7 Efek samping dan keamanan

Kebanyakan penelitian telah melaporkan tidak ada efek samping dari HFNC dan telah menyimpulkan bahwa penggunaan HFNC aman baik di bangsal umum maupun pediatrik, gawat darurat dan PICU.¹⁰

Namun, dua laporan dijelaskan empat kasus serius dari pneumotoraks pada anak-anak di HFNC; anak berusia satu 2 bulan dirawat karena RSV bronkiolitis (laju aliran 6-8 L / menit), salah satu anak berusia 16 tahun dengan cerebral palsy (laju alir 15-20 L / min), anak laki-laki berusia satu 22 bulan dengan hematoma subdural (aliran tingkat 6 L / menit) dan juga pada anak berusia 4 tahun dengan asma diobati dengan HFNC (mengalir 40 L / min). Tidak seperti CPAP, yang dapat disampaikan oleh sistem dengan katup pelepas tekanan terpadu, itu tidak mungkin untuk mengatur atau menentukan tekanan diterapkan pada saluran udara di HFNC.

Tiga studi telah melaporkan distensi abdomen pada anak-anak di HFNC, yang menunjukkan bahwa orang harus berhati-hati dengan HFNC pada anak dengan patologi intra-abdominal. Cedera mukosa dengan perdarahan hidung dan ulserasi telah dilaporkan pada anak-anak di HFNC, tetapi dalam bayi prematur di bawah 32 minggu, trauma hidung kurang sering pada kelompok HFNC dibandingkan kelompok CPAP.³

BAB III

KESIMPULAN

1. HFNC (*High Flow Nasal Cannula*) merupakan alat terapi ventilasi non invansif yang digunakan untuk memberikan oksigen dengan konsentrasi tinggi dengan menggunakan humidifikasi untuk memungkinkan pengiriman oksigen hingga 100% dengan kecepatan aliran hingga 60 L/menit
2. PEEP yang dihasilkan HFNC Tingkat Rendah sehingga dapat meningkatkan PO₂ pada pasien dengan gagal nafas, dan nilai yang sering dipakai 5-20 CmH₂O
3. HFNC dilaporkan tidak ada efek samping yang tidak terduga terdeteksi dan bukti menunjukkan bahwa HFNC dapat dianggap sebagai sistem pengiriman gas yang sangat nyaman
4. Banyak penelitian melaporkan tidak ada efek samping dari HFNC dan telah menyimpulkan bahwa penggunaan HFNC aman dan baik di bangsal umum, maupun pediatrik, gawat darurat dan PICU
5. Pada Pandemi COVID-19 penggunaan HFNC dilaporkan efektif dalam meningkatkan oksigenasi dan berperan dalam penurunan tingkat intubasi dini yang berpotensi terkait bahaya seperti sedasi dan perawatan intensif dalam waktu lama

DAFTAR PUSTAKA

1. Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China : a retrospective cohort study. *Lancet* 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
2. Vargas F, Lenger M, Boyer A : Physiologic Effect of High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Critical Care Subjects. *Respiratory Care*. 2015 October; 60(10):1369-76
3. Nishimura M: High-Flow nasal cannula oxygen therapy in adult. *Journal of Intensive Care*. 2015 Feb 21;3(15)
4. Jie L, James B, Erhrmann S. High-Flow nasal cannula for COVID-19 patient : Low risk of bio-aerosol dispersion. *European Respiratory Journal*. 2020 Feb 24; 10184-87
5. Drake RL, Vogl AW, W AM. Gray : *DASAR-DASAR ANATOMI*. Elsevier; 2014.
6. Lauralee Sherwood. *Introduction to Human Physiology*. 8th ed. 2012.
7. Dezfulin C, Trzeciak S, Girard T: Not Just Oxygen? Mechanisms of Benefit from High-Flow Nasal Cannula in Hypoxemic respiratory Failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2017 May 1;(195)9
8. Pantazopoulos I, Zakyntinos S. Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device. *Eur Respir Rev* 2017; 26: 170028
9. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *JAMA*. 2020 Mar 4. doi: 10.1001/jama.2020.3227
10. Rochweg B, Granton D, Wang DX, 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):563-572.