

MANAJEMEN JALAN NAPAS DAN RESUSITASI CAIRAN

Bagian 1: Manajemen Jalan Napas Tingkat Dasar	4
1. Menilai dan menjaga patensi jalan napas (manuver chin-lift dan jaw-thrust)	4
2. Memaksimalkan oksigenasi dengan nasal kanul, simple mask dan non-rebreathing mask	9
<i>Low-flow Oxygen Delivery Systems</i>	9
Nasal Kanul	9
Simple Mask	10
Non-Rebreathing Mask	10
Bag-Valve-Mask Apparatus	12
<i>High-flow Oxygen Delivery Systems</i>	12
Venturi face mask	12
Kesimpulan	15
Petunjuk	15
3. Menggunakan dan menginterpretasikan pulse oximetry.	16
4. Penghisapan (suction) pada jalan nafas.	20
5. Nasopharyngeal dan Oropharyngeal Airway.	22
<i>Oropharyngeal Airway</i>	22
<i>Nasopharyngeal Airway</i>	23
6. Bag-Mask Ventilation satu atau dua orang.	25
7. Heimlich-Maneuver.	30
Bagian 2: Manajemen Airway Tingkat Lanjut	33
1. Supraglottic atau Extraglottic Airway Devices.	33

2. Intubasi Endotrakeal Oral.	34
Persiapan	35
Peralatan	36
Prosedur	37
Komplikasi Intubasi Endotrakeal	45
3. Krikotirotonomi.	46
Anatomi	46
Peralatan	47
Persiapan dan Posisi Pasien	48
Prosedur	48
4. Intubasi Endotrakeal pada Pediatrik.	51
Karakteristik Fisiologi	51
Karakteristik Anatomi	52
Peralatan	53
Bagian 3. Resusitasi Cairan pada Pasien Syok	64
1. Syok Perdarahan	67
Faktor-Faktor Perancu	69
Penatalaksanaan Awal Syok Hemoragik	69
Mengukur Respon Pasien terhadap Terapi Cairan	71
Pola Respon Pasien	71
Darah Crossmatched, Tipe Spesifik, dan Tipe O-O	73
Mencegah Hipotermia	73
Autotransfusi	74
Massive Transfusion Protocol	74
Koagulopati	75
Pemberian Kalsium	76
2. Syok Pada Anak	76
Penentuan Berat dan Volume Darah yang Bersirkulasi	79

Resusitasi Cairan dan Pengganti Darah	79
Produksi Urin	81
Daftar Pustaka	83

Bagian 1: Manajemen Jalan Napas Tingkat Dasar

Manajemen jalan nafas yang cepat, tepat dan efektif dalam kondisi emergensi dapat memberikan hasil yang berbeda antara hidup dan mati, atau antara kesembuhan dan kecacatan yang akan dialami seseorang. Dengan demikian, manajemen jalan nafas adalah keterampilan yang sangat penting untuk dokter yang bekerja di unit gawat darurat. Manajemen jalan nafas dalam kondisi emergensi adalah salah satu domain yang menentukan spesialisasi emergensi medis. Ahli anestesi sering melakukan tindakan emergensi pada jalan nafas yang timbul di unit gawat darurat dan rawat inap rumah sakit. Paramedis dan tim ambulan gawat darurat bertanggung jawab atas tatalaksana awal jalan nafas di luar rumah sakit. Terlepas dari spesialisasi atau tempat perawatan, para praktisi tersebut harus menguasai dasar kognitif dan keterampilan teknis yang diperlukan untuk manajemen jalan nafas yang cepat, tepat dan efektif.

Kerusakan jaringan saraf dan miokard sangat dipengaruhi oleh waktu dan tidak dapat diperbaiki ketika mengalami kekurangan oksigen untuk periode waktu yang relatif singkat, dan dapat berfungsi abnormal ketika kadar oksigen dalam darah rendah. Dalam konteks manajemen jalan nafas dalam kondisi emergensi, tujuan utama oksigenasi tambahan adalah untuk menghindari cedera, atau disfungsi jaringan yang sensitif terhadap oksigen. Oksigenasi tambahan juga digunakan untuk membuat reservoir oksigen konsentrasi yang lebih tinggi dalam upaya untuk memaksimalkan periode apnea yang aman selama *Rapid Sequence Intubation* (RSI). Bab ini akan membahas prinsip-prinsip manajemen jalan nafas sehingga oksigenasi tambahan bisa adekuat.

1. Menilai dan menjaga patensi jalan nafas (manuver *chin-lift* dan *jaw-thrust*)

Langkah pertama untuk mengidentifikasi dan mengelola gangguan jalan nafas yang berpotensi mengancam jiwa adalah mengenali tanda objektif obstruksi jalan nafas dan trauma atau luka bakar yang terjadi pada wajah, leher, dan laring.

Obstruksi jalan nafas bisa terjadi secara total atau parsial, tiba-tiba dan/atau progresif dan berulang. Meskipun sering dikaitkan dengan sensasi nyeri, kecemasan, atau keduanya, takipnea bisa menjadi tanda awal gangguan jalan nafas dan/atau ventilasi. Oleh karena itu, penilaian awal dan berulang terhadap patensi jalan nafas dan kecukupan ventilasi sangat penting.

Selama penilaian awal jalan nafas, "pasien yang dapat berbicara" menandakan bahwa jalan nafas paten dan tidak terganggu. Oleh karena itu, tindakan penilaian awal yang paling penting adalah berbicara dengan pasien dan merangsang respon verbal. Respon verbal yang positif dan tepat dengan suara yang jelas menunjukkan bahwa jalan nafas pasien paten, ventilasi adekuat, dan perfusi otak cukup. Kegagalan untuk merespon atau respon yang tidak tepat menunjukkan tingkat kesadaran yang menurun yang mungkin merupakan akibat dari gangguan jalan nafas atau ventilasi, atau keduanya.

Pasien dengan penurunan tingkat kesadaran lebih berisiko untuk gangguan jalan napas dan seringkali membutuhkan jalan napas definitif. Jalan napas definitif didefinisikan sebagai tabung/*tube* yang ditempatkan di trakea dengan balon digembungkan di bawah pita suara, tabung terhubung ke alat bantu ventilasi yang terdapat oksigen tambahan, dan jalan napas diamankan dengan metode stabilisasi yang tepat. Pasien tidak sadar dengan trauma kepala, pasien yang kurang responsif karena penggunaan alkohol dan/atau obat lain, dan pasien dengan trauma dada dapat mengakibatkan gangguan ventilasi. Pada pasien ini, intubasi endotrakeal berfungsi untuk menjaga patensi jalan napas, memberikan oksigen tambahan, memberikan ventilasi, dan mencegah aspirasi. Mempertahankan oksigenasi dan mencegah hiperkarbia sangat penting dalam mengelola pasien trauma, terutama mereka yang mengalami trauma kepala. Selain itu, pasien dengan luka bakar wajah berpotensi mengalami cedera inhalasi sehingga berisiko mengalami gangguan pernapasan. Untuk alasan ini, pertimbangkan intubasi preemiptive pada pasien luka bakar.

Penting untuk mengantisipasi dan tatalaksana muntah pada semua pasien trauma. Adanya isi lambung di orofaring berisiko terjadi aspirasi yang berakibat signifikan terhadap pernapasan pasien. Dalam hal ini, segera hisap dan posisikan pasien ke lateral sambil membatasi pergerakan tulang belakang.

Pasien dengan tanda objektif kesulitan jalan napas atau cadangan fisiologis terbatas harus ditangani dengan sangat hati-hati. Hal ini berlaku antara lain untuk pasien obesitas, anak, lansia, dan pasien yang mengalami trauma wajah. Langkah-langkah berikut dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi tanda-tanda objektif dari obstruksi jalan napas:

Pertama, amati pasien untuk menentukan apakah dia gelisah (menunjukkan hipoksia) atau pingsan (menunjukkan hiperkarbia). Sianosis menunjukkan hipoksemia dari oksigenasi yang tidak memadai dan diidentifikasi dengan memeriksa dasar kuku dan kulit sirkumoral. Namun, sianosis adalah penemuan hipoksia yang terlambat, dan mungkin sulit dideteksi pada kulit berpigmen. Cari adanya retraksi dan penggunaan otot bantu ventilasi yang memberikan bukti tambahan gangguan jalan napas. *Pulse Oximetry* yang digunakan pada awal penilaian jalan napas dapat mendeteksi oksigenasi yang tidak adekuat sebelum berkembang menjadi sianosis.

Kedua, dengarkan suara napas abnormal. Adanya suara tambahan adalah tanda adanya obstruksi jalan napas. Suara mendengkur (*snoring*), *gurgling*, dan *stridor* dapat dikaitkan dengan oklusi parsial dari faring atau laring. Suara serak (*disfonia*) menandakan obstruksi laring fungsional.

Ketiga, evaluasi perilaku pasien. Pasien yang kasar dan suka melawan mungkin sebenarnya terjadi hipoksia; jangan selalu menganggap mabuk.

Memastikan patensi jalan napas merupakan langkah penting dalam memberikan terapi oksigen kepada pasien, tetapi itu hanya langkah pertama. Patensi jalan napas akan berfungsi baik apabila ventilasi juga memadai. Oleh karena itu, klinisi harus mencari tanda-tanda objektif dari ventilasi yang tidak memadai.

Ventilasi dapat terganggu karena obstruksi jalan napas, perubahan mekanisme ventilasi, dan/atau depresi sistem saraf pusat (SSP). Jika membersihkan jalan napas tidak memperbaiki pernapasan pasien maka penyebab lain harus segera diidentifikasi dan diberi tatalaksana. Trauma dada, terutama dengan patah tulang rusuk, menyebabkan nyeri saat bernapas dan menyebabkan ventilasi yang cepat dan dangkal serta hipoksemia. Pasien lanjut usia dan individu dengan riwayat disfungsi paru memiliki risiko signifikan untuk terjadi kegagalan ventilasi.

Pasien anak mungkin menderita trauma dada yang signifikan tanpa patah tulang rusuk. Trauma intrakranial dapat menyebabkan pola pernapasan abnormal dan mengganggu kecukupan ventilasi. Trauma medula spinalis daerah servikal dapat menyebabkan paresis atau kelumpuhan otot pernapasan. Semakin proksimal cedera, semakin besar kemungkinan akan terjadi gangguan pernapasan. **Cedera di bawah tingkat C3** fungsi diafragma dapat terjaga dengan baik tetapi dapat menyebabkan hilangnya kontribusi otot interkostal dan perut untuk respirasi. Biasanya pasien ini menunjukkan pola pernapasan *seesaw pattern* yaitu perut didorong keluar dengan inspirasi, sedangkan tulang rusuk bawah ditarik ke dalam. Kondisi seperti ini disebut sebagai "pernapasan perut" atau "pernapasan diafragma." Pola pernapasan ini tidak efisien, menghasilkan napas cepat dan dangkal yang menyebabkan atelektasis dan ketidaksesuaian perfusi ventilasi dan akhirnya dapat menyebabkan gagal napas.

Tanda-tanda Objektif Ventilasi Tidak Memadai. Langkah-langkah berikut dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi tanda-tanda objektif dari ventilasi yang tidak memadai:

1. Carilah naik turunnya dada yang simetris dan ekskursi dinding dada yang memadai. Asimetri menunjukkan adanya pergeseran tulang rusuk, pneumotoraks, atau *flail chest*. Pernapasan yang sulit dapat menunjukkan suatu ancaman pada ventilasi pasien.

2. Dengarkan pergerakan udara di kedua sisi dada. Penurunan atau tidak adanya suara napas pada salah satu atau kedua hemitoraks menunjukkan kemungkinan trauma toraks. Waspadai frekuensi pernapasan yang cepat, karena takipnea dapat mengindikasikan gangguan pernapasan.

3. Gunakan *pulse oximetry* untuk mengukur saturasi oksigen pasien dan mengukur perfusi perifer. Namun, perhatikan bahwa alat ini tidak mengukur kecukupan ventilasi. Selain itu, saturasi oksigen yang rendah dapat menjadi indikasi hipoperfusi atau syok.

4. Gunakan kapnografi pada pasien yang bernapas spontan dan terintubasi untuk menilai apakah ventilasi memadai. Kapnografi juga dapat digunakan pada pasien yang terintubasi untuk memastikan *endotracheal tube* berada di dalam trakea.

Klinisi harus dengan cepat dan akurat menilai patensi jalan napas pasien dan kecukupan ventilasi. *Pulse oximetry* dan pengukuran EtCO₂ sangat penting. Jika masalah diidentifikasi atau dicurigai, segera ambil tindakan untuk meningkatkan oksigenasi dan mengurangi risiko gangguan ventilasi lebih lanjut. Tindakan ini

termasuk teknik pemeliharaan jalan napas, tindakan jalan nafas definitif (termasuk *surgical airway*), dan metode pemberian ventilasi tambahan. **Semua tindakan ini berpotensi memerlukan pergerakan leher. Pembatasan gerakan tulang belakang dan leher diperlukan pada semua pasien trauma yang berisiko terjadi cedera tulang belakang sampai dapat disingkirkan oleh pemeriksaan radiografi dan evaluasi klinis.**

Oksigen aliran tinggi diperlukan sebelum dan segera setelah melakukan tindakan manajemen jalan napas. Perangkat *rigid suction* sangat penting dan harus tersedia. Pasien dengan cedera wajah dapat memiliki fraktur cribriform plate yang terkait, dan penyisipan tabung apapun melalui hidung dapat menyebabkan masuknya ke dalam rongga tengkorak. Seorang pasien yang memakai helm yang memerlukan manajemen jalan napas harus memegang kepala dan lehernya dalam posisi netral saat helm dilepas (Gambar 1). Ini adalah prosedur dua orang: Satu orang membatasi gerakan tulang belakang leher dari bawah sementara orang kedua melebarkan sisi helm dan melepaskannya dari atas. Kemudian, dokter membangun kembali pembatasan gerakan tulang belakang leher dari atas dan mengamankan kepala dan leher pasien selama manajemen jalan napas. Menggunakan pemotong gips untuk melepas helm sambil menstabilkan kepala dan leher dapat meminimalkan gerakan c-spine pada pasien dengan cedera c-spine yang diketahui.



Gambar 1. Pelepasan Helm. Prosedur melepas helm dengan benar memerlukan dua orang.

Sementara satu orang membatasi pergerakan tulang belakang leher, (A), orang kedua melebarkan helm ke samping sambil melepas helm (B), sambil memastikan bahwa helm terbebas dari hidung dan tengkuk. Setelah helm dilepas, orang pertama menopang berat kepala pasien (C), dan orang kedua mengambil alih pembatasan gerak tulang belakang leher (D).

Teknik Pemeliharaan Jalan Napas. Pada pasien yang mengalami penurunan tingkat kesadaran, lidah dapat jatuh ke belakang dan menyumbat

hipofaring yang menyebabkan obstruksi jalan nafas. Untuk segera memperbaiki obstruksi ini, tenaga kesehatan dapat melakukan manuver *chin-lift* atau *jaw-thrust*. Jalan napas kemudian dapat dipertahankan dengan *nasofaringeal* atau *orofaringeal airway*. Manuver yang digunakan untuk memperbaiki jalan napas dapat menyebabkan atau memperburuk cedera c-spine, sehingga pembatasan gerakan tulang belakang dan leher adalah wajib selama prosedur ini.

Manuver *chin-lift* dilakukan dengan menempatkan jari-jari satu di bawah mandibula dan kemudian mengangkatnya dengan lembut ke atas untuk membawa dagu ke depan. Dengan ibu jari tangan yang sama, tekan perlahan bibir bawah untuk membuka mulut (Gambar 2). Ibu jari juga dapat ditempatkan di belakang gigi seri bawah sambil secara bersamaan mengangkat dagu dengan lembut. Jangan terlalu meregangkan leher saat menggunakan

Untuk melakukan **manuver *jaw-thrust***, pegang angulus mandibula dengan tangan di setiap sisi dan kemudian pindahkan mandibula ke depan (Gambar 3). Saat digunakan dengan sungkup muka, manuver ini dapat menghasilkan posisi yang baik dan ventilasi yang memadai. Seperti pada manuver *chin-lift*, berhati-hatilah untuk tidak memanjangkan leher pasien.



Gambar 2. Manuver *chin-lift*



Gambar 3. Manuver *jaw-thrust*.

2. Memaksimalkan oksigenasi dengan nasal kanul, *simple mask* dan *non-rebreathing mask*

F_{iO_2} mengacu pada konsentrasi fraksi oksigen inspirasi. F_{iO_2} udara ruangan adalah 0,21, sesuai dengan konsentrasi oksigen 21%. Terminologi yang benar menyatakan F_{iO_2} sebagai bilangan pecahan (misalnya 0,4), tetapi seringkali pada praktiknya salah penulisan, yaitu sebagai persentase (misalnya 40%). Sistem pengaliran oksigen dikategorikan sebagai aliran rendah atau aliran tinggi, tergantung pada laju aliran inspirasi yang diberikan oleh setiap pengaturan dan apakah oksigen yang diinspirasi tetap atau bervariasi. Sistem aliran tinggi menyediakan seluruh volume inspirasi dengan konsentrasi oksigen inspirasi yang tetap, tetapi dapat disesuaikan. Sistem aliran rendah mengharuskan pasien menghirup udara ruangan dengan proporsi yang bervariasi dan suplai oksigen setiap kali bernapas. Sistem aliran oksigen yang paling umum di unit gawat darurat adalah jenis aliran rendah termasuk nasal kanul, *simple mask*, dan *non-rebreathing mask*. Alat bantu napas dengan aliran tinggi yang paling umum adalah *Venturi mask*. Suplementasi oksigen sering diberikan secara bertahap dimulai dengan sistem aliran rendah dan kemudian disesuaikan berdasarkan kebutuhan pasien. Secara umum, mode pengaliran oksigen yang paling tidak invasif dan laju aliran terendah digunakan untuk mempertahankan saturasi dalam nilai normal.

Low-flow Oxygen Delivery Systems

Nasal Kanul

Nasal kanul adalah alat bantu napas dengan sistem oksigen aliran rendah yang dapat diberikan melalui tabung kaliber kecil dan nasal prong. Nasal kanul sering digunakan sebagai lini pertama pada pasien yang membutuhkan bantuan oksigen derajat ringan. Oksigen pada nasal kanul menghasilkan reservoir oksigen konsentrasi tinggi di hidung dan nasofaring posterior, yang bercampur dengan udara ruangan

selama inspirasi, menghasilkan sedikit peningkatan FiO₂. Laju aliran awal yang umum adalah 2 hingga 4 L per menit. Pada 6 L per menit, reservoir O₂ hidung dan nasofaring pada laju aliran yang lebih tinggi justru menghasilkan peningkatan oksigen inspirasi yang minimal. FiO₂ maksimal dari nasal kanul adalah sekitar 40%. Alat bantu napas dengan sistem aliran rendah lainnya dan FiO₂ maksimum yang diharapkan dapat dicapai dapat ditemukan pada Tabel 5-1. Efek pemberian oksigen melalui nasal kanul dapat berkurang pada kondisi hidung tersumbat atau obstruksi.

Simple Mask

Jika oksigen nasal kanul tidak memberikan saturasi oksigen yang cukup, maka digunakan *simple mask*. Selain itu, volume reservoir terkandung di dalam sungkup (sekitar 100 hingga 150 ml). *Simple mask* mempunyai lubang tempat pipa saluran masuk O₂ di dasarnya dan lubang-lubang kecil di sekeliling sungkup muka. Oksigen dapat dialirkan dengan kecepatan berkisar antara 4 dan 10 L per menit. FiO₂ sangat bervariasi dan ditentukan oleh pola pernapasan pasien, jumlah udara ruangan yang ditarik di sekitar *simple mask*, dan aliran oksigen. Puncak FiO₂ dengan *simple mask* adalah sekitar 50%.

Non-Rebreathing Mask

Langkah selanjutnya dalam pemberian oksigen bantuan adalah *non-rebreathing mask* yaitu sungkup muka sederhana yang dilengkapi dengan kantong reservoir oksigen pada dasar sungkup muka dan satu katup satu arah yang terletak pada lubang di samping sungkup dan satu lagi katup satu arah terletak di antara kantong reservoir dan sungkup muka (Gambar 3). Selain reservoir oksigen anatomis dan yang terdapat di dalam masker itu sendiri, pengaturan ini juga mencakup kantong reservoir dengan volume kira-kira 500 hingga 1.000 ml yang dapat diambil pasien selama inspirasi. Banyak sungkup dibuat dengan serangkaian lubang kecil di dinding samping, sering diatur dalam lingkaran, dan ditutupi oleh cakram plastik lunak. Cakram berada di tabung kecil yang memungkinkannya terbuka dengan pemapasan dan berlawanan dengan sungkup selama inspirasi, sehingga menciptakan katup satu arah, sehingga dinamakan "*non-rebreather*," untuk gas yang dihembuskan. Meskipun *non-rebreathing mask* mempunyai FiO₂ yang lebih tinggi daripada *simple mask*, segel sungkup yang buruk dan fungsi katup yang tidak konsisten dapat membatasi efektivitasnya. FiO₂ tertinggi yang diperoleh dari penggunaan *non-rebreathing mask* tradisional (dengan katup pernapasan satu arah dan kantong reservoir) adalah sekitar 70% pada aliran oksigen 10 hingga 15 L per menit. *Non-rebreathing mask* versi terbaru lebih kuat, (Gambar 4) yang memberikan segel masker dan penutupan katup yang lebih baik dan dapat menghasilkan FiO₂ lebih tinggi daripada versi lama.



Gambar 3. *Non-rebreathing mask* dengan katup pernapasan satu arah dan kantong reservoir



Gambar 4. *Non-rebreathing mask* versi baru dengan segel sungkup yang lebih kuat dan katup pernapasan satu arah yang lebih fungsional .



Gambar 5. A. *Bag-valve-mask apparatus* dapat diterapkan pada pasien dengan pernapasan aktif (tanpa bantuan ventilasi). B. Tampilan dari dekat port pernafasan satu arah (panah) pada unit *bag-valve-mask* yang dikonfigurasi dengan tepat.

Bag-Valve-Mask Apparatus

Jika pasien tetap hipoksia meskipun menggunakan oksigen dengan *nonbreathing mask*, FiO_2 yang lebih tinggi dapat disuplai menggunakan *bag-valve-mask*. *Bag valve-mask* yang dikonfigurasi dengan benar terdiri dari masker/sungkup yang sesuai dengan bentuk yang dirancang untuk memberikan segel kedap udara dengan wajah pasien, katup inspirasi, kantong reservoir volume besar (sekitar 1.500 ml), dan port pernapasan satu arah (Gambar 5). Dengan pernapasan pasien aktif melalui masker dengan segel wajah yang baik dan laju aliran tinggi (10 hingga 15 L per menit), FiO_2 hampir 100% dapat dicapai. Sangat penting bahwa *bag-valve-mask apparatus* memiliki port ekspirasi satu arah (Gambar 5), memungkinkan penetrasi gas yang dihembuskan, tetapi mencegah masuknya udara ruangan, sehingga memastikan bahwa seluruh volume inspirasi diambil dari penampung oksigen. Tidak semua tas resusitasi dilengkapi oleh katup pernapasan satu arah. Tanpa katup pernapasan satu arah, volume besar udara ruangan diinspirasi dan dicampur dengan oksigen 100% dari reservoir, mengurangi FiO_2 , hingga <40% (Gambar 6).

High-flow Oxygen Delivery Systems

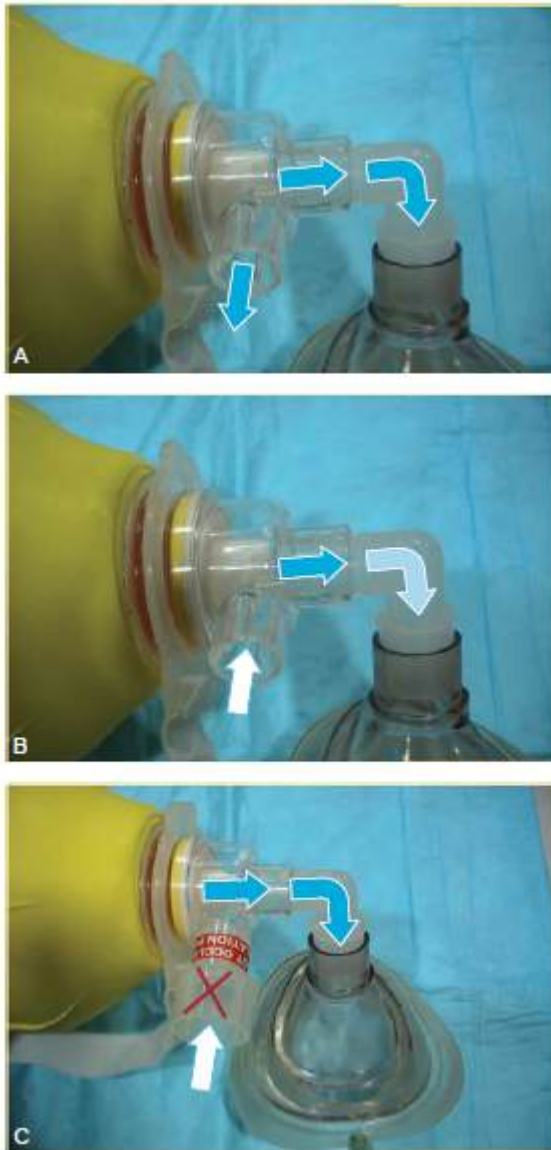
Venturi Face Mask

Sistem oksigen tambahan aliran tinggi lebih jarang digunakan daripada sistem aliran rendah di unit gawat darurat, tetapi sering digunakan pada unit rawat inap dan di ICU. Paling sering adalah *venturi face mask*. Perangkat ini digunakan untuk memasukkan rasio tetap udara ruangan terhadap oksigen 100% untuk memastikan

laju pemberian oksigen yang konstan. Dinamakan demikian karena prinsip fisika mendasari fungsinya (efek Venturi). Alat ini dapat membantu mengetahui jumlah suplementasi oksigen yang dapat dititrasi untuk perawatan pasien atau bila ada kekhawatiran tentang pemberian oksigen yang berlebihan, seperti pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronik. *Venturi face mask* memiliki berbagai warna yang mewakili FiO₂ yang diberikan dan menentukan laju aliran oksigen, biasanya 12 hingga 15 L per menit. *Venturi face mask* yang memasok FiO₂ dari 24% hingga 50% tersedia di Amerika Serikat. Saat FiO₂ meningkat dengan *Venturi face mask*, aliran gas keseluruhan berkurang karena jumlah udara ruang yang masuk berkurang secara signifikan.

High Flow Nasal Canula (HFNC)

Sistem HFNC sederhana yaitu hanya membutuhkan generator aliran, humidifier dengan pemanas aktif, sirkuit dengan pemanas tunggal, dan nasal kanul. Meskipun penggunaan HFNC pada orang dewasa yang sakit kritis telah meningkat tetapi keuntungan dan kerugian dari masing-masing elemen belum dibahas secara lengkap. HFNC merupakan alat bantu napas sistem sederhana dengan efek klinis terutama tergantung pada aliran, konsentrasi oksigen, dan pengaturan suhu. Biasanya, volume paru akhir inspirasi meningkat dengan meningkatnya aliran. Untuk pasien dengan gagal nafas hipoksemia akut, suhu gas HFNC dapat mempengaruhi kenyamanan. Pada aliran yang sama, terdapat bukti bahwa menurunkan suhu hingga 31°C bisa lebih nyaman daripada 37°C. Pasien dengan hipoksemia yang lebih parah merasa aliran yang lebih tinggi lebih nyaman. Meskipun perbedaan fungsional antara berbagai sistem HFNC sangatlah kecil, penting untuk mencegah kebocoran di sirkuit inspirasi untuk menghindari kejadian klinis yang merugikan. Masalah HFNC lain dalam pengaturan klinis adalah kebisingan. Hal tersebut perlu diatasi untuk memberikan perawatan yang optimal bagi pasien.



Gambar 5-4 • A: Kantong resusitasi digunakan dengan tekanan positif (kantong diremas) dan tidak ada pemasangan aktif oleh pasien. Apakah katup pernapasan satu arah ada atau tidak, pasien menerima oksigen 100% dari kantong reservoir, selama segel masker efektif. B: Kantong resusitasi selama pernapasan aktif (kantong tidak diremas). Perhatikan bahwa tidak ada katup

pernapasan satu arah. Port pernapasan terbuka ke udara sekitar. Ketika pasien menghirup, sejumlah besar udara ruangan (FiO₂ 21%) dicampur dengan oksigen 100% dari kantong reservoir menghasilkan pengenceran masif dan FiO₂ serendah 30%. C: Kantong resusitasi selama pernapasan aktif dengan katup ekshalasi satu arah (kantong tidak ditekan). Udara ruangan tidak dapat masuk ke saluran pernapasan, sehingga FiO₂ mendekati 100%.

Kesimpulan

Oksigen tambahan dengan tekanan ambien dapat diberikan dalam berbagai cara, tergantung pada kebutuhan oksigen yang diperlukan. Jika pasien kritis hipoksemia, pemberian oksigen harus dimulai pada tingkat tertinggi dan dikurangi apabila target oksigenasi tercapai. Untuk pasien kondisi sakit ringan, pemberian bertahap dari nasal kanul ke *non rebreathing mask* hingga *venturi face mask*. Penting untuk mengetahui atau mentitiasi dengan tepat konsentrasi oksigen yang diberikan, sistem Venturi lebih disukai. Mayoritas sistem pemberian oksigen adalah sistem aliran rendah, memanfaatkan laju aliran oksigen dari 4 hingga 15 L per menit, dengan FiO₂ bervariasi karena pencampuran udara ruangan.

Petunjuk

- Berapa banyak oksigen yang biasanya diberikan menggunakan sistem oksigen aliran rendah? Ada sedikit penelitian yang mengejutkan tentang konsentrasi oksigen yang diberikan oleh berbagai alat bantu napas. Konsensus pada buku teks standar perawatan kritis dan anestesi menganggap rentang FiO₂ dengan masing-masing dari berbagai sistem aliran rendah pada berbagai laju aliran. Ringkasan singkat dapat ditemukan pada Tabel 5-1
- Apa konfigurasi *bag-valve-mask* yang tepat untuk memasok FiO₂ tertinggi? Semua alat *bag valve-mask* memberikan oksigen mendekati 100% bila digunakan sebagai kantong resusitasi standar (yaitu ventilasi tekanan positif menggunakan kantong dan tanpa upaya inspirasi pasien). Tergantung pada konfigurasi kantong, bagaimanapun, ada variasi dalam konsentrasi oksigen yang diberikan ketika pasien secara aktif bernapas melalui masker tanpa tekanan positif yang diterapkan. Semua kantong memiliki semacam katup inspirasi, biasanya jenis "duckbill" untuk mencegah gas pasien yang dihembuskan agar tidak bercampur dengan oksigen di kantong reservoir, dan lubang pernafasan terpisah memungkinkan keluarnya gas yang dihembuskan ke udara sekitar. Alat *bag-valve-mask* dapat memberikan >90% FiO₂ selama pernapasan aktif ketika port pernapasan dilengkapi dengan katup pernapasan satu arah yang berfungsi. Katup pernapasan satu arah memastikan bahwa udara ruangan tidak ditarik selama inspirasi aktif yang akan sangat mengurangi FiO₂. Jika kantong tidak dikonfigurasi dengan katup pernapasan atau jika katup telah dilepas, FiO₂ mungkin lebih rendah daripada yang diberikan oleh kanula hidung (sekitar 30% sampai 40%).
- Dapatkah oksigen tambahan yang diterapkan selama intubasi membantu memperpanjang waktu desaturasi? Ada beberapa kelompok pasien yang diketahui mengalami desaturasi dengan cepat selama fase apnea RSI. Orang dewasa yang obesitas, bayi dan balita, dan pasien dewasa yang sakit kritis akan mengalami desaturasi jauh lebih cepat daripada rata-rata pasien dewasa. Dalam satu penelitian

pasien obesitas (indeks massa tubuh 30 hingga 35 kg per m²) yang menjalani anestesi umum, mereka yang menerima oksigenasi terus menerus menggunakan nasal kanul pada laju aliran 5 L per menit selama apnea dapat mempertahankan SpO₂ 95% secara signifikan lebih lama daripada kontrol (5,29 vs 3,49 menit) dan memiliki SpO₂ minimum yang jauh lebih tinggi (94,3% vs 87,7%). Berdasarkan penelitian ini, maka direkomendasikan pemberian oksigen dengan nasal kanul 5 L per menit untuk pasien obesitas selama fase apneu RSI. Selain itu, masuk akal apabila mengasumsikan bahwa manfaat serupa akan diperoleh pasien nonobesitas yang cenderung cepat desaturasi, walaupun belum terbukti.

3. Menggunakan dan menginterpretasikan *Pulse Oximetry*.

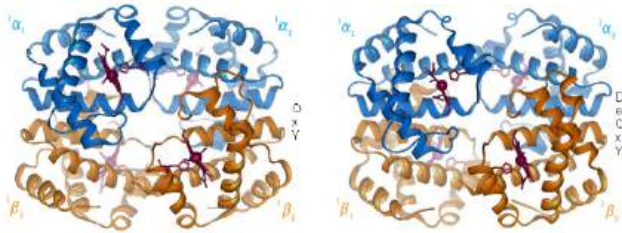
Pulse oximetry oleh beberapa orang dianggap sebagai tanda vital. Alat ini memberikan perkiraan secara cepat nilai saturasi oksigen perifer, memberikan data klinis yang penting dengan cara yang sangat efisien, non-invasif, dan nyaman.



Gambar 1: *Pulse oximetry*

Hemoglobin (Hb) menunjukkan keterkaitan positif dengan oksigen

Ketika satu molekul O₂ berikatan dengan salah satu dari empat tempat pengikatan hemoglobin, afinitas terhadap oksigen dari tiga tempat pengikatan yang tersedia meningkat, yaitu oksigen lebih mungkin untuk mengikat hemoglobin yang terikat pada satu oksigen daripada hemoglobin yang tidak terikat. Sifat ini menghasilkan kurva disosiasi oksigen sigmoidal yang memungkinkan pemuatan molekul oksigen yang lebih cepat di lingkungan yang kaya oksigen (yaitu kapiler alveolar paru-paru) dan pelepasan muatan yang lebih mudah di lingkungan yang kekurangan oksigen (yaitu jaringan yang aktif secara metabolik).



Gambar: Animasi yang menggambarkan konfigurasi teroksigenasi dan terdeoksigenasi dari molekul Hb

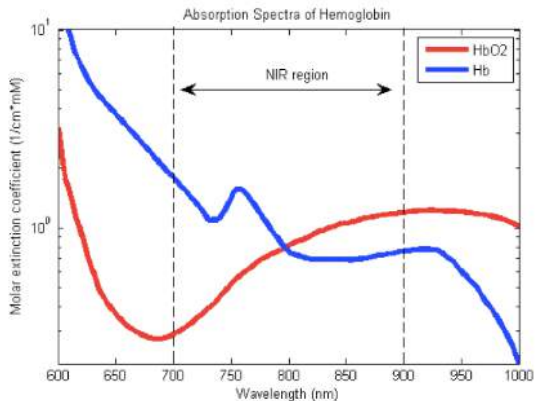
Hemoglobin terdiri dari 4 subunit (2 alfa, 2 beta pada orang dewasa) dan ada dalam dua bentuk :

- Taut (T): bentuk terdeoksigenasi dengan afinitas rendah untuk O₂, oleh karena itu merangsang pelepasan / pembongkaran O₂.
- Relaxed (R): bentuk teroksigenasi dengan afinitas tinggi untuk O₂, oleh karena itu pemuatan oksigen lebih disukai.
- T and R menyebabkan penyerapan elektromagnetik yang berbeda, oleh karena itu ada perbedaan emisi cahaya.

Oksimeter bekerja berdasarkan prinsip penyerapan dan emisi cahaya yang berbeda dari konfigurasi T dan R ini.

- Oksimeter menggunakan prosesor elektronik dan sepasang dioda pemancar cahaya (LED) kecil yang menghadap fotodioda melalui bagian tubuh pasien yang tembus cahaya, biasanya ujung jari atau daun telinga.
- Satu LED berwarna merah, dengan panjang gelombang 660 nm, dan yang lainnya adalah inframerah dengan panjang gelombang 940 nm.
- Penyerapan cahaya pada panjang gelombang ini berbeda secara signifikan antara darah yang mengandung oksigen dan kekurangan oksigen.
- Hemoglobin teroksigenasi menyerap lebih banyak cahaya inframerah dan memungkinkan lebih banyak cahaya merah untuk melewatinya.
- Hemoglobin terdeoksigenasi memungkinkan lebih banyak cahaya inframerah melewati dan menyerap lebih banyak cahaya merah.
- Urutan LED melalui siklusnya dari satu, lalu yang lain, lalu keduanya mati sekitar tiga puluh kali per detik.
- Jumlah cahaya yang ditransmisikan (yang tidak diserap) diukur.

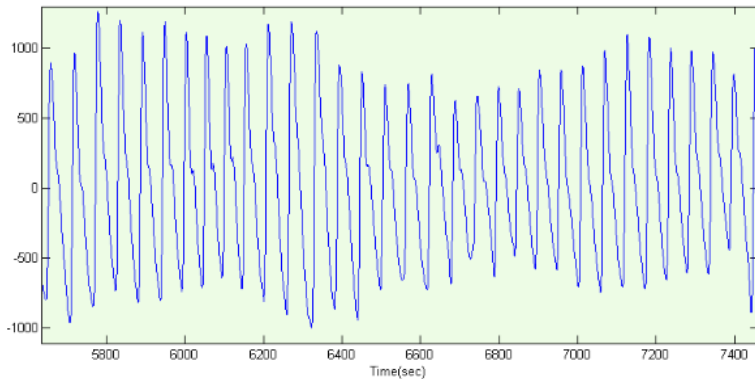
- Sinyal-sinyal ini berfluktuasi dalam waktu karena jumlah darah arteri yang ada meningkat seiring dengan setiap detak jantung.
- Dengan mengurangi cahaya yang ditransmisikan minimum dari cahaya puncak di setiap panjang gelombang, efek dari jaringan lain dikoreksi untuk pengukuran hanya darah arteri.
- Rasio pengukuran lampu merah dengan pengukuran cahaya *infrared* kemudian dihitung oleh prosesor (yang mewakili rasio hemoglobin teroksidasi dengan hemoglobin terdeoksidasi).
- Rasio ini kemudian diubah menjadi SpO2 oleh prosesor melalui tabel pencarian berdasarkan hukum Beer-Lambert.



Gambar 3: Penyerapan Hemoglobin Oksi dan Deoksi

Photoplethysmography (PPG)

Alat penting untuk setiap pembacaan SpO2 adalah *plethysmography* atau "pleth" merupakan ukuran perubahan volumetrik terkait dengan aliran darah arteri yang berdenyut. Jumlah yang tidak konsisten atau terdistorsi dapat mengakibatkan perubahan pada nilai yang menghasilkan pembacaan SpO2 tinggi atau rendah secara artifisial. Oleh karena itu, *plethysmography* memastikan keandalan pengukuran saturasi oksigen.



Gambar 4: Representatif PPG diambil dari *pulse oximetry* telinga. Variasi amplitudo berasal dari Variasi Induksi Pernapasan.

Interpretasi

Selalu lakukan evaluasi *plethysmograph* bersamaan dengan pembacaan SpO₂ untuk memastikan akurasi. Saturasi oksigen yang ditentukan oleh oksimeter dihitung dengan menggunakan rasio Oxy-Hb/Deoxy-Hb. Ini adalah data yang berguna untuk menentukan apakah pasien dapat mentransfer oksigen ke dalam aliran darah. Namun saturasi 100% pada oksimeter tidak menjamin bahwa jaringan cukup teroksigenasi. Hemoglobin biasanya dapat mengikat sekitar 1,34 mL O₂/g Hb dan Hb normal 15 g/dL membuat kapasitas pengikatan O₂ sekitar 20 mL O₂/dL darah jika saturasi 100%.

- Ketika konsentrasi Hb menurun, terjadi penurunan kandungan O₂ total darah, tetapi tidak ada perubahan pada saturasi O₂, maka oksimetri bukanlah tes yang efektif untuk mengevaluasi anemia.
- Misalnya, pada pasien dengan hemoglobin yang berfungsi normal, tetapi dengan konsentrasi Hb 8 g/dL, kapasitas pengikatan O₂ kira-kira 10,7 mL O₂/dL. Pada dasarnya setengah dari jumlah oksigen yang diberikan, tetapi pembacaan oksimeter mungkin masih membaca 100%.

Demikian pula, jika pasien memiliki molekul hemoglobin abnormal, seperti dalam kasus *sickle cell anemia*, kurva disosiasi oksigen bergeser ke kanan. *Pulse oximetry* adalah ukuran hipoksemia yang buruk dan dapat menyebabkan diagnosis dan pengobatan yang berlebihan.

- Oleh karena itu, penentuan gas darah arteri PaO₂ dan SaO₂ jauh lebih akurat pada pasien dengan kurva disosiasi hemoglobin yang abnormal. *Pulse oximetry* sering diterapkan pada area kulit tipis seperti cuping telinga atau ujung jari.

- o Cat kuku dan berbagai jenis pigmentasi kulit dapat mempengaruhi hasil *pulse oximetry*.

Pada pasien dengan karboksihemoglobin (keracunan karbon monoksida) atau methemoglobinemia (hemoglobin dengan atom besi teroksidasi yang mengakibatkan peningkatan pengikatan O₂ dan penurunan pelepasan), hemoglobin yang terikat secara abnormal ini memiliki spektrum penyerapan yang sama seperti ketika O₂ terikat dalam konfigurasi R.

- o Oleh karena itu, *pulse oximetry* dapat menunjukkan saturasi yang tinggi karena banyaknya hemoglobin dalam konfigurasi R, tetapi pada kenyataannya jaringan tidak menerima oksigen yang cukup.

Kesimpulan

Pulse oximetry adalah alat non-invasif yang menyediakan data mengenai persentase molekul hemoglobin yang mengandung oksigen dalam darah arteri pada pasien dengan kurva disosiasi oksigen normal. Kewaspadaan terhadap nilai pada *pulse oximetry* akan memungkinkan dokter untuk mengetahui status oksigenasi jaringan pasien yang sebenarnya dan memudahkan membuat keputusan pengobatan. Pada pasien dengan struktur, kadar hemoglobin abnormal atau hemoglobin yang terikat secara abnormal pada molekul lain seperti CO, *pulse oximetry* bukanlah representasi oksigenasi yang akurat.

4. Penghisapan (*suction*) pada jalan nafas.

Semua pasien trauma dan memiliki alat pembatas gerak cervical harus dianggap berisiko tinggi untuk gangguan jalan napas. Selain itu, salah satu ancaman terbesar terhadap jalan napas paten adalah muntah dan aspirasi, terutama pada pasien yang baru saja makan dalam jumlah besar. Akibatnya, perangkat hisap portabel dianggap sebagai peralatan jalan napas penting untuk perawatan trauma lapangan. Perangkat hisap portabel harus memiliki karakteristik berikut (Gambar 4-7):



Gambar 4-7. Contoh a suction apparatus.

- Alat tersebut dapat dibawa dalam *airway kit* dengan tabung oksigen dan peralatan saluran udara lainnya. Alat ini tidak boleh dipisahkan atau disimpan jauh dari oksigen.
- Alat tersebut bisa bertenaga tangan atau baterai daripada digerakkan oleh oksigen. Anda harus selalu memiliki pengisap bertenaga tangan sebagai cadangan jika Anda menggunakan pengisap bertenaga baterai.
- Alat tersebut dapat menghasilkan hisapan yang cukup dan perpindahan volume untuk menghilangkan potongan makanan, bekuan darah, dan sekresi kental dari orofaring.
- Alat tersebut memiliki pipa dengan diameter yang cukup (0,8-1 cm) untuk menangani apa pun yang disedot dari pasien

Ujung *suction* harus berupa lubang besar, seperti pengisap yang dapat menangani sebagian besar gumpalan dan pendarahan. Dalam beberapa kasus, pipa hisap (*suction*) itu sendiri dapat digunakan untuk menarik sejumlah besar darah atau isi lambung. Tabung endotrakeal 6 mm dapat digunakan dengan konektor sebagai ujung hisap. Lubang samping ETT menghilangkan kebutuhan akan katup kontrol proksimal untuk menghentikan penghisapan.



Gambar 5-1. Mengisap bahan dari orofaring menggunakan ujung hisap Yankauer

LANGKAH 1. Nyalakan vakum, pilih titik tengah (150 mm Hg) daripada vakum penuh (300 mm Hg).

LANGKAH 2. Buka mulut secara perlahan, periksa apakah ada perdarahan, laserasi, atau gigi patah. Cari adanya cairan, darah, atau kotoran yang terlihat.

LANGKAH 3. Tempatkan kateter penghisap dengan hati-hati di orofaring dan nasofaring, dengan menjaga ujung alat pengisap (Yankauer) selalu terlihat.

5. *Nasopharyngeal dan Oropharyngeal Airway.*

Oropharyngeal Airway

Oropharyngeal airways (OPA) dirancang untuk menjauhkan lidah dari dinding posterior faring dan dengan demikian membantu mempertahankan patensi jalan napas (Gambar 4-9). Alat bantu napas ini hanya digunakan pada pasien yang tidak sadar bila angkat kepala-angkat dagu tidak berhasil mempertahankan jalan napas atas terbuka. Alat ini tidak boleh digunakan pada pasien sadar atau setengah sadar karena dapat menyebabkan batuk dan muntah. Sehingga dapat mestimulasi terjadinya muntah dan laringospasme.

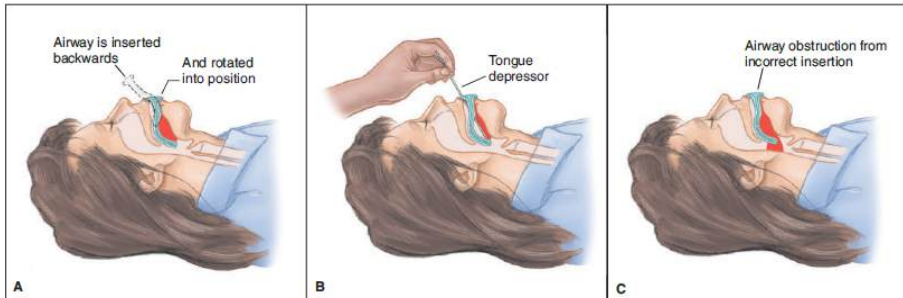


Figure 4-9. Pemasangan oropharyngeal airway.

LANGKAH 1. Bersihkan mulut dan faring dari sekresi, darah, atau muntahan dengan menggunakan ujung penyedot faring yang kaku (Yaunker) bila memungkinkan.

LANGKAH 2. Pilih ukuran OPA yang tepat yaitu menempatkan OPA di samping wajah, dengan ujung OPA pada sudut mulut, ujung yang lain pada sudut rahang bawah. Bila OPA diukur dan dimasukkan dengan tepat, maka OPA akan tepat sejajar dengan pangkal glotis.

LANGKAH 3. Masukkan OPA sedemikian sehingga ia berputar ke arah belakang ketika memasuki mulut.

LANGKAH 4. Ketika OPA sudah masuk rongga mulut dan mendekati dinding posterior faring, putarlah OPA sejauh 180 derajat ke arah posisi yang tepat. Cara alternatif lainnya adalah memasukkan OPA secara lurus ketika menggunakan penekanan lidah atau alat yang serupa untuk menahan lidah di dasar mulut. Manuver ini tidak boleh digunakan pada anak-anak.

LANGKAH 5. Lepaskan spatula lidah.

LANGKAH 6. Nilai kembali pasien untuk memastikan bahwa jalan napas sudah paten

Nasopharyngeal Airway

Nasopharyngeal Airway (NPA) harus lunak dan memiliki panjang yang sesuai. Alat ini digunakan untuk mencegah lidah dan epiglottis jatuh ke dinding posterior faring. Dalam keadaan darurat, pipa endotrakeal 6 mm atau 6,6 mm dapat dipotong dan berfungsi sebagai NPA. Dengan pelumasan ringan dan penyisipan yang lembut maka dapat mengurangi risiko perlukaan akibat pemasangan NPA (Gambar 4-8). Namun, perdarahan dan trauma pada mukosa hidung sering terjadi. NPA dapat mengiritasi mukosa atau merobek jaringan adenoid dan menyebabkan perdarahan, dengan kemungkinan terjadinya aspirasi gumpalan ke trakea. Penyedotan dapat dilakukan untuk mengeluarkan darah dan sekret. NPA dapat menyebabkan laringospasme dan muntah, walaupun secara umum NPA dapat ditoleransi oleh pasien dalam keadaan setengah sadar.. NPA dapat digunakan pada pasien yang sadar atau setengah sadar, jadi pasien yang masih mempunyai refleks batuk dan muntah. Indikasi lain penggunaan NPA adalah bila ditemui kesulitan pada penggunaan OPA seperti adanya trauma di sekitar mulut atau trismus.



Gambar 4-8. *Nasopharyngeal Airway* (NPA) dimasukkan dengan di sepanjang septum atau dasar rongga hidung.

Catatan : NPA tidak boleh dipasang pada pasien yang mengalami trauma wajah karena adanya risiko terjadinya penempatan yang salah ke dalam rongga tengkorak melalui lapisan cribiformis yang mengalami fraktur.

LANGKAH 1. Kaji saluran hidung untuk melihat adanya obstruksi (misalnya polip, patah tulang, atau perdarahan).

LANGKAH 2. Pilihlah ukuran NPA yang tepat. Diameter luar NPA tidak lebih besar dari lubang dalam hidung. Panjang NPA haruslah sama dengan jarak antara ujung hidung pasien dengan cuping telinga atau dari lubang hidung sampai angulus mandibula

LANGKAH 3. Basahi NPA dengan pelumas yang larut dalam air atau jelly anestetik.

LANGKAH 4. Dengan kepala pasien dalam posisi netral, berdiri di samping pasien. Memegang NPA seperti pensil, dengan lembut masukkan ujung NPA ke dalam lubang hidung dan mengarahkannya ke posterior dan ke arah telinga.

LANGKAH 5. Masukkan perlahan NPA melalui lubang hidung ke dalam hipofaring dengan sedikit gerakan memutar, sampai sayap menempel pada lubang hidung. Jika selama penyisipan NPA menemui hambatan apa pun, lepaskan NPA dan coba masukkan di sisi lain. Jika NPA menyebabkan pasien batuk atau muntah, tarik sedikit NPA untuk meredakan batuk atau muntah lalu lanjutkan.

LANGKAH 6. Nilai kembali pasien untuk memastikan bahwa jalan napas sudah paten.

6. *Bag-Mask Ventilation* satu atau dua orang.

Bag-Mask Ventilation (BMV) adalah keterampilan dasar dalam manajemen jalan napas. BMV merupakan pertimbangan dalam setiap intervensi jalan napas, dan evaluasi untuk potensi kesulitan dalam *bagging* merupakan komponen mendasar dari setiap penilaian jalan napas. BMV yang efektif dapat mengurangi urgensi untuk dilakukan intubasi. Penerapan BMV yang baik sangat penting ketika menggunakan muscle relaxant untuk memfasilitasi intubasi. Kemampuan BMV harus dianggap sebagai prasyarat untuk menggunakan muscle relaxant. Kemampuan untuk oksigenasi dan ventilasi pasien dengan menggunakan *Bag-Valve Mask* secara efektif menghindarkan kita dari "*can't oxygenate*" dari skenario pasien yang tidak dapat diintubasi dan oksigenasi.

Terlepas dari pentingnya BMV, ada kekurangan literatur yang cukup menggambarkan BMV yang efektif. Sebagian besar penyedia layanan kesehatan berpikir bahwa semua tenaga kesehatan mahir dalam hal itu, dan hal tersebut kurang diperhatikan dalam banyak teks dan pelatihan airway management. Meskipun demikian, BMV adalah salah satu keterampilan jalan napas yang paling sulit untuk dikuasai, membutuhkan pemahaman yang jelas tentang obstruksi jalan napas fungsional, pengenalan dengan peralatan yang diperlukan, keterampilan mekanik, kerja tim, dan pendekatan terorganisir ketika upaya awal tidak optimal.

Keberhasilan BMV tergantung pada tiga faktor: (1) jalan napas paten, (2) segel masker yang memadai, dan (3) ventilasi yang tepat. Jalan napas paten memungkinkan pengiriman volume tidal yang sesuai dengan tekanan positif seminimal mungkin. Metode dasar untuk membuka jalan napas meliputi ekstensi kepala, manuver *chin-lift* dan *jaw-thrust*. Ventilasi yang tepat dipengaruhi pemberian volume yang sesuai pada kecepatan dan kekuatan yang meminimalkan insuflasi lambung dan potensi penumpukan napas dan barotrauma.

Bag-mask ventilation (BMV) diindikasikan pada pasien henti napas, napas spontan tidak adekuat, mengurangi kerja napas dengan membantu memberikan tekanan positif pada saat inspirasi. BMV bisa dihubungkan dengan alat bantu napas seperti pipa endotrakea, *Laryngeal Mask Airway* (LMA), dan pipa esofagotrakea (*Combitube*). Peralatan ini telah menjadi suatu peralatan utama selama beberapa

dekade yang digunakan untuk ventilasi tekanan positif dalam keadaan darurat. Alat yang lengkap harus terdiri dari :

- Kantong napas (selalu mengembang), untuk pasien dewasa volume 1600mL
- Sistem katup satu arah (*non-rebreathing*) untuk mencegah pasien menghirup udara yang sudah dihembuskan. Katup ini sebagai saluran masuk oksigen dengan aliran maksimal 30 liter per menit
- Konektor dengan diameter 15/22 mm
- Reservoir oksigen
- Bahan tahan cuaca

Masker wajah untuk BMV di unit gawat darurat dan pra-rumah sakit biasanya model plastik sekali pakai. Ada tiga ukuran (kecil, sedang, dan besar) sehingga bisa digunakan pada orang dewasa dan anak-anak usia sekolah sesuai kebutuhan. Masker yang lebih kecil tersedia untuk digunakan pada balita, bayi, dan bayi baru lahir. Pilihan masker wajah ditunjukkan pada Gambar 9-1. Perhatikan bahwa umumnya lebih mudah untuk membuat segel masker yang memadai jika masker terlalu besar daripada jika terlalu kecil karena masker harus menutupi mulut dan hidung. Masker khas terdiri dari tiga komponen:

- Lubang bundar yang sesuai dengan konektor diameter luar standar 22 mm.
- Cangkang atau badan yang kerja untuk memungkinkan pemantauan terus menerus dari mulut dan hidung pasien untuk regurgitasi.
- Bantalan melingkar atau manset tiup, yang mendistribusikan tekanan ke bawah secara merata ke wajah pasien, mengisi kontur yang tidak teratur dan meningkatkan segel yang efektif.

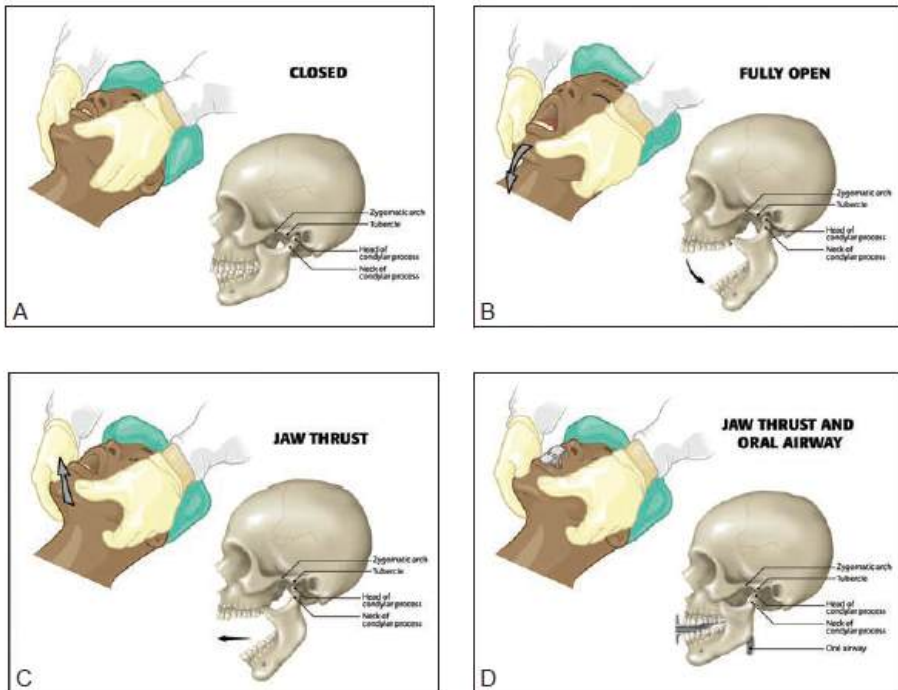
Meskipun masker wajah yang lebih baru dan dirancang secara ergonomis mungkin lebih efektif dalam mengurangi kebocoran masker daripada masker wajah standar dan sekali pakai, masker semacam itu tidak tersedia secara luas dan belum dievaluasi dalam pengaturan klinis darurat.



Gambar 4. Masker wajah berbagai jenis ukuran dari bayi hingga dewasa.

Jalan napas harus dibuka sebelum memasang *face mask*. Oklusi fungsional jalan napas sering terjadi pada saat pasien terlentang, terutama setelah obat *muscle relaxant* diberikan. Hal ini terjadi akibat jatuhnya lidah ke dalam orofaring saat mandibula pendukung dan tulang hyoid berelaksasi, tetapi juga dapat terjadi akibat oklusi hipofaring oleh epiglotis, atau kolaps melingkar faring saat otot pendukung berelaksasi. Kolaps jalan napas diperburuk oleh fleksi kepala pada leher, dan dengan membuka mulut. Manuver untuk membuka jalan napas diarahkan untuk mengatasi kondisi ini dengan distraksi anterior mandibula dan hyoid. *Head tilt/chin lift* adalah manuver awal yang dapat digunakan pada setiap pasien yang cedera tulang belakang leher. Dalam teknik ini, dokter memberikan tekanan ke bawah ke dahi pasien dengan satu tangan sementara jari telunjuk dan jari tengah tangan kedua mengangkat mandibula di dagu, menarik lidah dari faring posterior, dan sedikit menjulurkan kepala di leher. Kaliber jalan napas dapat ditingkatkan dengan menggabungkan ekstensi atlanto-oksipital dengan sedikit fleksi dari tulang belakang leher bagian bawah (posisi mengendus) mirip dengan posisi untuk laringoskopi langsung (lihat Bab 12). Meskipun *chin lift* mungkin cukup pada beberapa pasien, manuver *jaw thrust* lebih efektif menggeser lidah ke anterior dengan mandibula dan hyoid, meminimalkan potensi obstruksinya. *Jaw thrust* dicapai dengan membuka mulut secara paksa dan penuh untuk memindahkan kondilus mandibula keluar dari sendi temporomandibular, kemudian menarik mandibula ke depan (Gbr. 9-2A-D). Posisi mandibula ke depan dapat dipertahankan, dan traksi anterior pada hyoid dan lidah dapat ditingkatkan, dengan menutup mandibula pada *bite-block* dari *orofaringeal airway* (OPA). Jari-jari mempertahankan posisi dorong saat masker diterapkan ke wajah. *Jaw thrust* adalah pendekatan pertama yang paling aman untuk membuka jalan napas pasien dengan

potensi cedera tulang belakang leher. *Jaw thrust* juga harus diterapkan pada setiap pasien di mana *chin lift* dan *head tilt* membuka jalan napas secara tidak sempurna. Efektivitas manuver jalan napas ini telah dibuktikan dalam beberapa penelitian. Pengurangan penekanan pada teknik *jaw thrust* pada bantuan kehidupan jantung tingkat lanjut dimaksudkan untuk mengurangi kompleksitas CPR untuk orang awam.



Gambar 5. Menghilangkan obstruksi jalan napas bagian atas dengan “menciptakan underbite” dengan manuver *jaw thrust*. Ini adalah teknik yang paling penting untuk membuka dan mempertahankan jalan napas. A: Dari kepala tempat tidur, mandibula yang tertutup digenggam di antara ibu jari dan jari kedua tangan. B: Mandibula terbuka lebar. C: Mandibula terbuka dipindahkan ke anterior dari sendi temporomandibular. D: Mandibula ditutup pada blok gigitan OPA untuk mempertahankan dorongan rahang dengan gigi bawah di depan gigi atas.

Tabel 15-3 Pilihan Airway Management

Face Mask with Oropharyngeal Airway

Indikasi: Ventilasi sebelum intubasi endotrakeal, kegagalan intubasi endotrakeal, pasien sadar atau dibius ringan yang membutuhkan konsentrasi oksigen inspirasi tinggi

Keuntungan: Dapat dilakukan pada pasien yang sadar, tidak memerlukan agen penghambat neuromuskular, minimal merangsang pasien

Kekurangan: Memerlukan perhatian terus-menerus (tangan kiri pemberi anestesi terus menerus pada wajah atau masker pasien), insuflasi lambung sering terjadi jika tekanan ventilasi sering melebihi 20 cm H₂O, perlindungan minimal dari aspirasi isi lambung yang dimuntahkan

Kontraindikasi: Diketahui peningkatan risiko muntah atau regurgitasi, diketahui adanya obstruksi jalan napas yang signifikan, durasi pembedahan melebihi 60 menit, posisi pasien yang merugikan (posisi apa pun selain terlentang)

Komplikasi: Risiko aspirasi tertinggi dari tiga teknik, trauma bibir atau gigi, patensi jalan napas yang tidak memadai (laringospasme, obstruksi jalan napas atas), cedera tekanan wajah (cedera saraf dari jari atau tali penahan).

Laryngeal Mask Airway

Indikasi: Intubasi endotrakeal yang gagal, kesulitan menggunakan masker ventilasi yang sulit

Keuntungan: Tidak memerlukan obat penghambat neuromuskular (kembali ke ventilasi spontan biasanya lebih cepat dibandingkan dengan intubasi endotrakeal), umumnya lebih lancar daripada dengan intubasi endotrakeal, membebaskan tangan penyedia anestesi (setelah penempatan)

Kekurangan: Tidak dapat diandalkan menghasilkan lebih dari 30 cm H₂O tekanan positif, biasanya membutuhkan anestesi umum untuk penempatan, tidak mencegah laringospasme, risiko atelektasis dengan durasi yang lama (> 2 jam), perlindungan minimal dari aspirasi isi lambung yang dimuntahkan.

Kontraindikasi: Diketahui peningkatan risiko muntah atau regurgitasi, diketahui adanya obstruksi jalan napas yang signifikan, diperlukan tekanan ventilasi positif yang tinggi (misalnya, laparoskopi)

Komplikasi: Regurgitasi dan aspirasi, laringospasme, penempatan dan ventilasi yang tidak memadai, cedera saraf lingual, trauma faring.

Endotracheal Tube Airway

Indikasi: Peningkatan risiko muntah atau regurgitasi, tekanan jalan napas tinggi, tindakan antisipasi, tidak dapat diaksesnya jalan napas selama prosedur, kebutuhan untuk ventilasi terkontrol yang berkepanjangan.

Keuntungan: Jalan napas paling aman, menutup trakea dari jalan napas atas (risiko aspirasi isi lambung terendah), dapat tetap di tempatnya untuk durasi yang lama (hari), dapat menghasilkan tekanan inspirasi tertinggi, laringospasme tidak mungkin terjadi setelah penempatan

Kekurangan: Paling sulit untuk menempatkan dari tiga teknik, paling merangsang pasien selama penempatan (respon nosiseptif terhadap benda asing trakea), batuk selama dan setelah ekstubasi dan kebangkitan, biasanya memerlukan obat

penghambat neuromuskular untuk menempatkan, dapat menyebabkan kematian jika salah penempatan esofagus tidak dikenali

Kontraindikasi: Tidak tersedianya kapnografi (relatif), morbiditas yang signifikan dari kemungkinan perubahan suara kecil (misalnya, penyanyi profesional) (relatif)

Komplikasi: Batuk dan muntah saat ekstubasi, laryngospasme pasca ekstubasi, hipertensi/takikardia, bronkospasme, suara serak, intubasi esofagus yang tidak diketahui

7. Heimlich-Maneuver.

Tersedak adalah sumbatan mekanik di jalan napas menuju paru. Tersedak menyebabkan terganggunya pernapasan yang dapat terjadi sebagian atau total. Bila sumbatan sebagian, penderita masih dapat bernafas walaupun tidak mencukupi aliran udara ke paru.

Tersedak yang terlalu lama atau obstruksi total akan menyebabkan asfiksia, hipoksia dan berakibat fatal. Tersedak secara umum diketahui karena adanya benda asing yang tersangkut pada jalan nafas. Ini sering dialami oleh anak kecil yang belum mengerti bahaya memasukkan benda kecil kedalam mulut atau hidung. Pada orang dewasa ini sering terjadi pada saat penderita makan.

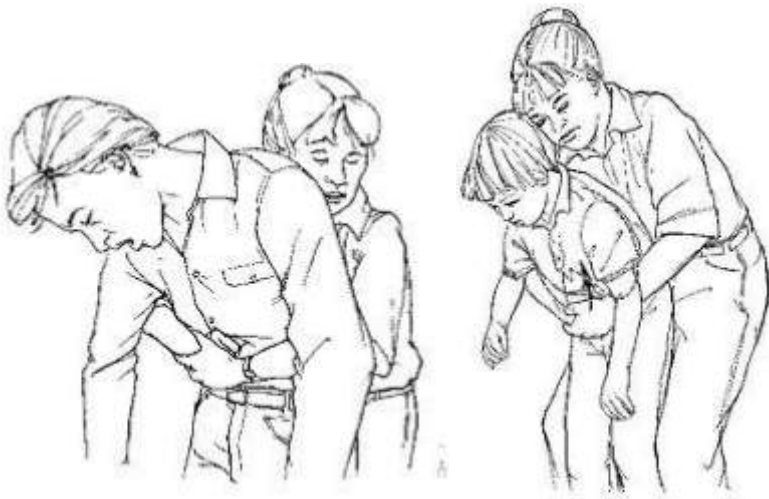
Gejala

- Penderita tidak dapat bicara atau menangis.
- Penderita menjadi biru karena kekurangan oksigen.
- Penderita memegang tenggorokannya.
- Penderita batuk-batuk lemah, dan napas sulit menyebabkan suara napas berisik dengan nada yang tinggi.
- Penderita akhirnya tidak sadar.

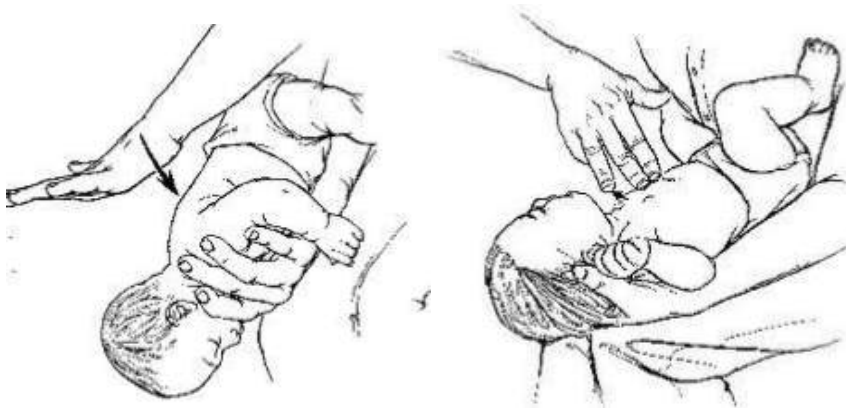
Penatalaksanaan

Tersedak dapat ditolong dengan beberapa prosedur, yang dapat dilakukan baik oleh orang awam atau petugas kesehatan. Banyak organisasi menyatakan tekanan pada abdomen atau "Heimlich-Maneuver" adalah prosedur yang tepat untuk keadaan tersedak.

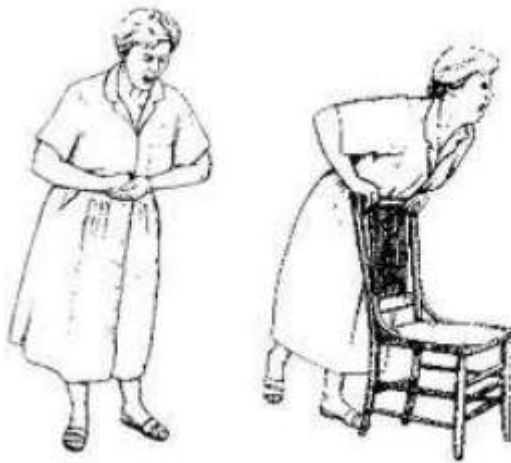
Hampir semua protokol terbaru (termasuk *American Heart Association* dan *American Red Cross* Tahun 2006) menambahkan beberapa tahap dari hanya menekan abdomen saja, dengan tujuan untuk meningkatkan tekanan.



Gambar 1. Kiri : Heimlich maneuver pada orang dewasa, kanan : pada anak



Gambar 2. Heimlich maneuver pada bayi, Kiri : menepuk punggung, kanan : dorongan abdomen



Gambar 3. Heimlich maneuver oleh pasien sendiri.

Bagian 2: Manajemen Airway Tingkat Lanjut

1. *Supraglottic* atau *Extraglottic Airway Devices*.

Supraglottic Airway Devices (SADs) terdiri dari sekelompok besar alat yang dirancang untuk menyediakan sarana untuk ventilasi, oksigenasi, dan pemberian gas anestesi selama situasi henti napas atau pada pasien yang menjalani prosedur bedah dengan anestesi umum. Alat ini digunakan sebagai alternatif untuk metode tradisional manajemen jalan napas: masker wajah (*face mask*) dan tabung endotrakeal (ET). *Supraglottic Airway Devices* mengacu pada seperangkat luas perangkat medis yang bisa digunakan untuk ventilasi, oksigenasi, dan pemberian gas anestesi. SAD juga terbukti berguna dalam kondisi kritis baik dalam keadaan darurat, sebagai saluran jalan napas dalam intubasi yang sulit. Kemudahan dan kecepatan pemasangan yang lebih tinggi, ketidaknyamanan pasca operasi yang lebih sedikit bagi pasien merupakan kelebihan SAD dibandingkan tabung endotrakeal (ET). Keuntungan utama dalam kaitannya dengan pemakaian *face mask* adalah penempatan yang lebih mudah, ventilasi yang lebih andal, dan pengoperasian *hands-free*.

Extraglottic airway devices (EADs) merupakan evolusi dari alat bantu manajemen jalan napas. Alat ini juga dikenal sebagai perangkat saluran napas supraglottic atau saluran udara supralaryngeal dimasukkan secara oral dengan ujung distalnya terletak di hipofaring atau kerongkongan. *American Standards for Testing Materials* (ASTM) yang mengelola tentang Peralatan Anestesi dan Pernapasan telah mendefinisikan perangkat saluran napas supraglotis dimaksudkan untuk membuka, mengamankan, dan menutup area supraglotis untuk menyediakan jalan napas yang tidak terhalang pada pasien yang bernapas spontan, biasanya selama prosedur anestesi. Perangkat yang diproduksi menurut ASTM memfasilitasi akses tanpa hambatan dari gas pernapasan ke glotis dengan menggantikan jaringan, tidak memerlukan segel wajah (eksternal) untuk mempertahankan patensi jalan napas, diakhiri dengan konektor 15/22-mm ke memfasilitasi ventilasi tekanan positif melalui sistem pernapasan anestesi, mampu mempertahankan patensi jalan napas ketika konektor jalan napas (15/22-mm) terbuka ke atmosfer sekitar dan meminimalkan keluarnya gas saluran napas ke lingkungan. Alat ini digunakan untuk manajemen jalan napas utama dan ventilasi penyelamatan ketika ventilasi masker wajah sulit, dan sebagai saluran untuk intubasi endotrakeal. Klasifikasi EAD sejajar dengan desain dan evolusi fungsionalnya. Ada beberapa kriteria untuk mengklasifikasikan EADs berdasarkan variasi mulai dari *cuffed* dan *noncuffed*, jumlah manset, lokasi ujung distal dalam kaitannya dengan glotis, mekanisme penyegelan, perilaryngeal dan pangkal lidah, sekali pakai atau dapat digunakan kembali, perlindungan terhadap aspirasi.



Gambar 1 (I) Perangkat ekstraglotis dengan tabung saluran napas saja: (A) masker laring intubasi saluran napas (B) LMA Unik, (C) LMA klasik dan (D) masker laring sekali pakai (Romsons). (II) Perangkat ekstraglotis dengan saluran udara dan tabung pembuangan: (E) Baska Mask, (F) Ambu AuraGainTM, (G) LMA SupremeTM, (H) i-gel dan (I) ProSeal laryngeal mask airway (LMA)

2. Intubasi Endotrakeal Oral.

Direct laryngoscopy (DL) adalah teknik yang paling umum untuk intubasi trakea dalam pengaturan darurat. Apabila dikerjakan oleh yang berpengalaman maka DL memiliki tingkat keberhasilan yang sangat tinggi, dan peralatannya murah, andal, dan tersedia secara luas. Namun, DL membutuhkan pengalaman yang signifikan untuk mendapatkan kemahiran dan memiliki keterbatasan bawaan yang terwujud ketika faktor-faktor seperti penurunan mobilitas serviks, lidah yang besar, dagu yang surut atau gigi seri yang menonjol.

Tujuan dari manajemen jalan napas darurat adalah mempertahankan patensi jalan napas, memastikan oksigenasi dan ventilasi, dan mencegah aspirasi. Intubasi trakea dapat mencapai tujuan ini. Sedasi atau paralisis setelah intubasi dapat memfasilitasi pengujian diagnostik. *Rapid-sequence intubation* (RSI) adalah administrasi berurutan dari agen induksi dan agen penghambat neuromuskular untuk memfasilitasi intubasi endotrakeal. Ini adalah metode pilihan untuk manajemen jalan napas darurat. RSI memungkinkan tingkat keberhasilan intubasi tertinggi dalam kasus jalan napas darurat yang dipilih dengan benar dan lebih unggul daripada sedasi saja. Tidak semua pasien yang ditargetkan untuk intubasi paling baik dikelola dengan RSI,

pasien yang koma dan henti jantung atau pernapasan tidak akan memberikan respons terhadap laringoskopi dan dapat diintubasi tanpa bantuan farmakologis.

Setiap kali melakukan intubasi endotrakeal, antisipasi kesulitan jalan napas dan permudah dengan teknik jalan napas alternatif: *bag-mask ventilation*, alat bantu jalan napas, dan akses bedah ke jalan napas. Selain itu, jika *bag-mask ventilation* atau pemasangan alat penyelamat tidak mungkin berhasil atau jika ada perubahan anatomi yang tidak akan membaik dengan RSI (edema, massa, gangguan tulang), jangan matikan perlindungan jalan napas intrinsik dan pernapasan dengan paralisis. Lakukan rencana intubasi, komunikasikan tanggung jawab tim perawatan. Pastikan obat sudah disiapkan. Sediakan peralatan untuk jalan napas yang sulit atau gagal. Tinjau posisi pasien yang tepat. Diskusikan rencana hipoksia pasca intubasi, hipotensi, sedasi, dan ventilasi. Penggunaan daftar tilik tindakan dapat memfasilitasi pengambilan keputusan dan pencegahan kesalahan.

Persiapan

Penilaian klinis, *pulse oximetry*, kapnografi, dan riwayat pasien yang diharapkan semuanya secara kolektif memandu keputusan mengenai perlunya intubasi trakea. Berikut ini adalah tabel indikasi manajemen jalan napas

Tabel 1. Indikasi jalan nafas definitif

Perlu Perlindungan Jalan Napas	Perlu Ventilasi atau Oksigenasi
Fraktur maxillofacial berat <ul style="list-style-type: none"> • Risiko aspirasi dari perdarahan dan/atau muntah 	Upaya pernafasan yang tidak adekuat <ul style="list-style-type: none"> • Tachypnea • Hypoxia • Hypercarbia • Cyanosis • Combativeness
Cedera Leher <ul style="list-style-type: none"> • Hematoma leher • Cedera laring atau trakea • Cedera inhalasi karena luka bakar terutama luka bakar wajah • Stridor • Voice change 	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan progresif • Penggunaan otot pernafasan tambahan • Respiratory muscle paralysis • Pernapasan Abdominal
Cedera kepala <ul style="list-style-type: none"> • Tidak sadar • Combativeness 	<ul style="list-style-type: none"> • Acute neurological deterioration atau herniasi • Apnea karena penurunan kesadaran atau neuromuscular paralysis

Peralatan

Tabel 2 mencantumkan semua peralatan yang dibutuhkan di samping tempat tidur sebelum memulai intubasi. Perangkat penyelamat dan pilihan jalan napas bedah idealnya ditempatkan di troli manajemen jalan napas di UGD, termasuk disediakan ukuran pediatrik.

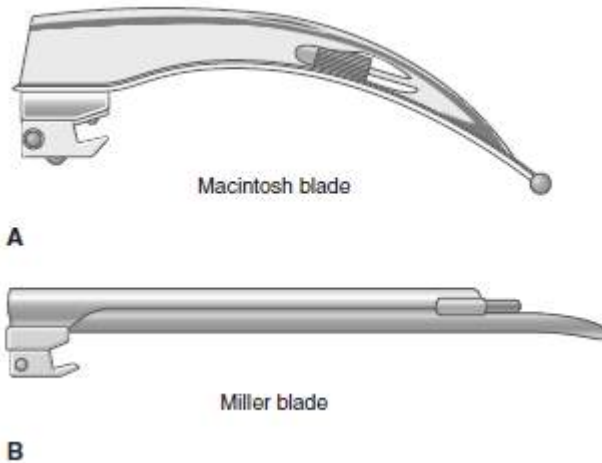
Tabel 2. Peralatan yang Dibutuhkan untuk Manajemen Jalan Napas

Oxygen source and tubing
Ambu bag
Mask with valve, various sizes and shapes
Oropharyngeal airways—small, medium, large
Nasopharyngeal airways—small, medium, large
Suction catheter
Suction source
Pulse oximetry
Carbon dioxide detector
Endotracheal tubes—various sizes
Laryngoscope blades and handles
Syringes
Magill forceps
Stylets, assorted
Tongue blade
Intubating stylet (gum elastic bougie)
Water-soluble lubricant or anesthetic jelly
Alternative or rescue devices: video laryngoscopes, laryngeal mask airway, intubating laryngeal mask airway, Combitube® (Sheridan Catheter Corp., Argyle, NY), King LT® (King Systems, Noblesville, IN)
Surgical cricothyroidotomy kit
Medications for topical airway anesthesia, sedation, and rapid-sequence intubation

Saat mempersiapkan intubasi, pilih pipa endotrakeal (ETT) dengan ukuran yang sesuai dan pipa tambahan (diameter 0,5-1,0 mm lebih kecil), dan periksa manset untuk kebocoran udara dengan jarum suntik 10 mL. ETT dengan volume tinggi, manset tekanan rendah lebih diutamakan. Ukuran perkiraan untuk ETT adalah diameter dalam 8,0 hingga 8,5 mm untuk pria dewasa rata-rata dan diameter dalam 7,5 hingga 8,0 mm untuk wanita dewasa. Lubang kedua di ujung tabung di atas bevel disebut *Murphy eye*. Lubang ini memungkinkan aliran udara yang tidak terganggu jika ujungnya tersumbat. Stylet dapat membantu intubasi darurat, terutama saat menggunakan laringoskopi video. Uji cahaya pada laringoskop setelah memasang bilah (*blade*) dengan ukuran yang sesuai.

Laringoskop memiliki bilah lurus atau melengkung. *Miller blade* lurus secara fisik mengangkat epiglotis untuk memvisualisasikan laring. Ujung bilah Macintosh yang melengkung ditempatkan di vallecula untuk secara tidak langsung mengangkat epiglotis dari laring (Gambar 1). Bilah melengkung dapat menyebabkan lebih sedikit trauma dan lebih kecil kemungkinannya untuk merangsang refleks saluran napas bila digunakan dengan benar, karena tidak langsung menyentuh laring. Hal ini juga

memungkinkan lebih banyak ruang untuk visualisasi yang memadai selama penempatan tabung dan sangat membantu pada pasien obesitas. Blade lurus secara mekanis lebih mudah dimasukkan pada banyak pasien yang tidak memiliki gigi insisivus sentral yang besar. Pada orang dewasa, Macintosh #3 melengkung populer, dan #4 lebih berguna pada pasien besar. Miller #2 dan #3 yang lurus populer untuk tujuan yang sama.



Gambar 1. A. Macintosh blade lengkung. B. Miller blade lurus.

Ada berbagai jenis bilah lurus dan melengkung, namun bilah Miller atau Macintosh paling sering digunakan dalam laringoskopi langsung. Laringoskop video sering menggunakan bilah yang memiliki sudut yang jauh lebih tajam ke bilah karena visualisasi tidak langsung. Laringoskopi video adalah alternatif untuk laringoskopi langsung tradisional dan lebih disukai dalam beberapa kondisi klinis termasuk obesitas, jalan napas yang sulit, atau mobilitas leher yang terbatas.

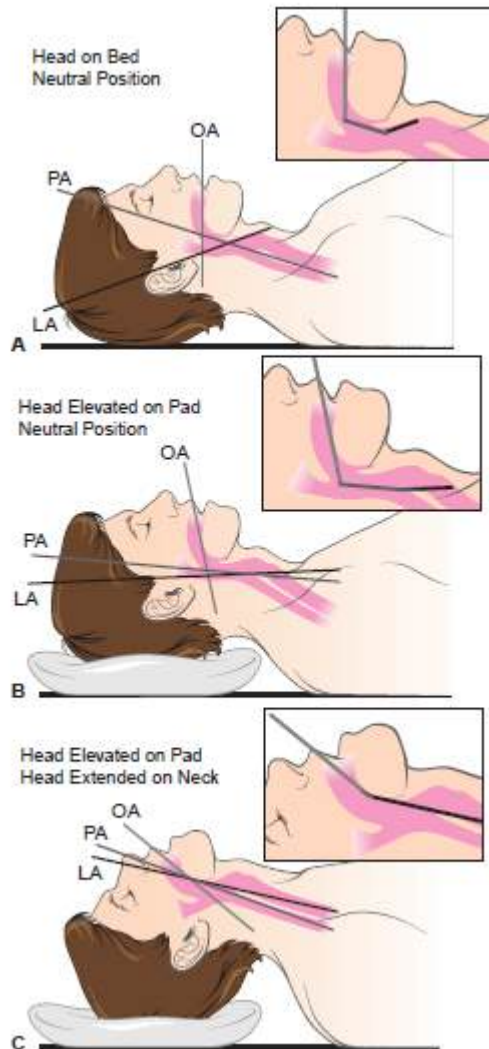
Prosedur

Pre Oksigenasi. Mulailah preoksigenasi sesegera mungkin, bahkan untuk pasien tanpa hipoksia/hipoksemia yang nyata. Preoksigenasi mengoptimalkan kandungan oksigen darah dan juga menggantikan nitrogen di alveoli, menciptakan reservoir oksigen potensial yang dapat mencegah hipoksia dan hipoksemia selama menit-menit pertama apnea. Bahkan dengan preoksigenasi yang memadai, hipoksia berkembang lebih cepat pada anak-anak, wanita hamil, dan pasien obesitas dan pada keadaan hiperdinamik. Untuk melakukan preoksigenasi, berikan oksigen 100% selama 3 menit, menggunakan masker non-rebreather yang dilengkapi dengan oksigen 15 L/menit. Kanula hidung saja tidak memberikan preoksigenasi yang optimal. Masker non-rebreather biasanya memberikan oksigen 60% hingga 70%. *Bag-mask* Ventilation,

yang diterapkan dengan tepat, dapat memberikan 90% hingga 97% oksigen. Ini membutuhkan segel yang rapat, dengan kantong aktif atau tekanan inspirasi yang cukup dari pasien untuk membuka katup satu arah. Ada sejumlah perangkat *bag mask* yang berbeda dalam pengiriman oksigennya; menggunakan perangkat bag-valve mask dengan katup inspirasi dan ekspirasi satu arah.

Pada pasien yang memiliki saturasi oksigen arteri yang tetap di bawah 95% meskipun oksigen tambahan, ventilasi tekanan positif non invasif dalam waktu singkat dapat meningkatkan reservoir oksigen. Strategi ini sangat efektif pada pasien obesitas. Mengangkat kepala pasien 20 sampai 30 derajat meningkatkan preoksigenasi. Terakhir, pemberian oksigen nasal kanul aliran tinggi (≥ 15 L/mnt) atau sistem pengiriman oksigen *Optiflow* (yang memungkinkan aliran lebih tinggi) selama fase apnea RSI memperpanjang periode apnea aman selama kelumpuhan dan bijaksana pada semua pasien yang menjalani RSI yang muncul.

Penempatan Pasien. Lenturkan leher bagian bawah dan rentangkan sendi atlanto oksipital (posisi mengendus) untuk menyelaraskan sumbu faring-laring untuk pandangan langsung ke laring. Padding diletakkan di bawah bahu, bukan leher, juga meningkatkan visualisasi. Untuk sebagian besar manuver jalan napas, posisi terbaik terjadi ketika telinga sejajar secara horizontal dengan takik sternum. Persiapan peralatan yang tidak memadai dan posisi pasien yang buruk adalah pemicu kegagalan yang umum; luangkan waktu untuk melakukannya dengan benar sebelum menggunakan laringoskop. Ubah posisi pasien jika upaya awal untuk melihat laring gagal.



Gambar 2. A: Posisi netral anatomis. Sumbu oral (OA), sumbu faring (PA), dan sumbu laring (LA) tidak sejajar. B: Kepala, masih dalam posisi netral, telah diangkat oleh bantal yang melenturkan tulang belakang leher bagian bawah dan menyelaraskan PA dan LA. C: Kepala telah diluruskan pada tulang belakang leher, menyelaraskan OA dengan PA dan LA, menciptakan posisi mengendus yang optimal untuk intubasi

Sellick Maneuver. Maneuver Sellick atau krikoid (penekanan langsung pada cincin krikoid pada pasien yang tidak sadar atau lumpuh) dapat mengganggu *bag-mask ventilation*, memperburuk pandangan laringoskopi, dan menghambat penyisipan selang. Beberapa praktisi masih menggunakannya untuk mencegah aspirasi isi lambung, meskipun dapat memicu muntah. Jika manuver Sellick digunakan, berikan tekanan krikoid (bukan tiroid) dan lepaskan jika visualisasi tidak membaik. Aspirasi terjadi karena tonus sfingter esofagus yang rendah, refleks protektif jalan napas laring yang tertekan, atau stimulasi pada pasien dengan cairan saluran napas atas atau isi lambung (Tabel 3).

Table 3. Situasi dan Kondisi Umum Terkait dengan Aspirasi

Iatrogenic Bag-valve mask ventilation Nasogastric tube placement Pharmacologic neuromuscular paralysis Medical conditions Trauma	Bowel obstruction Obesity Overdose Pregnancy Hiatus hernia Seizures
---	--

Inseri Endotracheal Tube dengan Direct Laryngoscopy. Instruksi untuk pemasangan ETT dirangkum dalam Tabel 4. Kateter Yankauer adalah perangkat yang paling umum digunakan, tetapi sistem penghisap berdiameter besar dan pipa yang memungkinkan pembuangan partikel atau gumpalan besar

Table 4. Petunjuk Pemasangan Endotrakeal Tube.

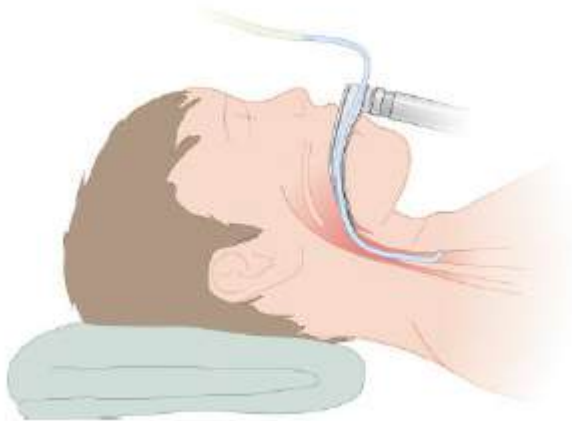
Step		Uraian
1	Pegang laringoskop di tangan kiri.	-
2	Gunakan tangan kanan untuk:	Lepas gigi palsu dan semua darah, sekret, atau muntahan yang menghalangi sebelum pemasangan ETT.
	Masukkan ETT	Gunakan stilet logam atau plastik dengan ukuran yang tepat, semi kaku, dapat ditempa, berujung tumpul, untuk membantu penempatan tabung. Ujung stilet tidak boleh melampaui ujung ETT atau keluar dari <i>Murphy eye</i> .
	Operasikan kateter suction.	
	Memanipulasi laring secara eksternal untuk meningkatkan visualisasi.	
3	Masukkan pisau ke sudut kanan mulut pasien.	Flensa bilah Macintosh yang melengkung akan mendorong lidah ke arah sisi kiri orofaring.
		Jika bilah dimasukkan langsung ke tengah, lidah

		dapat memaksa garis pandang ke belakang, mengganggu pandangan.
4	Visualisasikan arytenoids.	-
5	Angkat epiglotis.	Angkat epiglotis langsung dengan bilah lurus atau tidak langsung dengan bilah melengkung.
6	Buka laring.	Tarik pegangan laringoskop ke arah yang ditunjuk (yaitu, 90 derajat ke bilah).
		Mengangkat gagang ke belakang, terutama dengan mata pisau lurus, berisiko mematahkan gigi seri tengah dan tidak efektif dalam kontrol pitanya
7	Majukan bilah secara bertahap.	Cari kartilago arytenoid untuk menghindari penyisipan blade yang terlalu dalam, yang merupakan kesalahan umum. Manuver BURP dapat meningkatkan visualisasi.
8	Majukan ETT	Visualisasikan selang dan manset melewati pita suara.
		Penempatan selang yang benar minimal 2 cm di atas karina (kira-kira 23 cm pada pria dan 21 cm pada wanita).
		Dasar tabung pilot (tabung dengan adaptor untuk mengembang manset) biasanya setinggi gigi.
9	Cek penempatan ETT	Dengarkan suara napas bilateral dan tidak adanya suara epigastrium.
		Konfirmasi penempatan dengan detektor karbon dioksida kolorimetri atau kapnografi.
10	Tiup balon	Gunakan 5-7 cc udara. Minta teknisi untuk memeriksa tekanan manset untuk menghindari cedera trakea akibat tekanan (target 25–40 cm H ₂ O).
11	Pastikan ETT aman	Jangan menghalangi aliran balik vena cervical dengan fiksator; perangkat pengaman melingkar dapat menyebabkan kerusakan kulit jika terlalu ketat atau di tempat terlalu lama.

		Gunakan <i>modified clove-hitch knot</i> atau fixator komersial untuk menghindari tertekuknya tabung
--	--	--

Pemasangan ETT tanpa visualisasi pita suara yang jelas biasanya menyebabkan insersi pada esofagus. Beberapa teknik untuk menghindari hal tersebut adalah (1) retraksi sisi kanan mulut ke lateral dengan bantuan visualisasi asisten; (2) menggunakan tekanan mundur-ke atas-kanan pada kartilago tiroid meningkatkan visualisasi glotis anterior (manuver BURP); dan (3) laringoskopi bimanual, yang mana intubator memanipulasi laring dengan tangan kanan sampai visualisasi ideal dan kemudian asisten mempertahankan posisi ini, meningkatkan visualisasi pita suara. Untuk menghindari kesalahan, pastikan Anda melihat manset ETT benar-benar melewati kabelnya. Terakhir, batalkan upaya jika Anda tidak dapat memvisualisasikan laring.

Endotracheal introducer, juga dikenal sebagai “*gum elastic bougie*” (Gambar 3), dapat membantu dan biasanya panjangnya 70 cm dan terbuat dari plastik. Ujung miring memudahkan penyisipan ketika glotis tidak dapat sepenuhnya divisualisasikan, meskipun tidak membantu bila tidak ada visualisasi. Setelah dimasukkan dengan benar, Anda mungkin merasakan ujung bougie bergerak di atas cincin trakea. Masukkan ETT di atas pengantar ke dalam trakea dan kemudian lepaskan pengantar. Jangan pernah memaksa selang melalui pita suara, yang dapat menyebabkan avulsi kartilago arytенoid atau mengoyak pita suara.



Gambar 3. Penggambaran bougie karet elastis. Perhatikan ujung miring.

Sebagian besar kesulitan dalam melewati tabung adalah akibat dari kegagalan untuk mempertahankan visualisasi laringoskopi sebaik mungkin, memilih tabung yang terlalu besar, menerapkan tekanan krikoid, atau pembentukan kurva yang

tidak diinginkan pada stilet semi-kaku yang dimasukkan ke dalam ETT. Sudut stilet <35 derajat lebih mungkin melewati glotis. Beralih ke tabung yang lebih kecil, mengubah kurva stilet, atau memutar tabung 90 derajat untuk menyelaraskan bevel dengan bukaan glotis adalah teknik lain untuk kesuksesan akhirnya. Jangan menekan krikoid saat memasukkan ETT.

Majukan selang sampai manset menghilang di bawah pita. Kembangkan manset dengan 5 sampai 7 cc udara. Untuk menghindari iskemia mukosa trakea sambil membatasi aspirasi dan mempertahankan segel, targetkan tekanan manset 25 sampai 40 cm H₂O. Ada korelasi yang buruk antara volume udara dan tekanan manset trakea, dan jika ada kekhawatiran tentang tekanan manset, manometer dapat digunakan untuk mengukur tekanan manset.

Tracheobronchial Suction. Setelah pemasangan ETT, gunakan kateter yang dilumasi dengan baik, lembut, ujung melengkung untuk menyedot cabang tracheobronkial. Kateter lurus biasanya akan masuk ke bronkus utama kanan. Jika tersedia kateter dengan ujung melengkung, putar kepala ke kanan dan putar kateter untuk memudahkan jalan masuk ke bronkus kiri. Kateter suction tidak boleh lebih besar dari setengah diameter ETT untuk mencegah kolaps pulmonal akibat ventilasi yang tidak mencukupi selama suction. Masukkan kateter tanpa penyedotan dan kemudian lepaskan perlahan sambil memutar dan menyedot selama 10 hingga 15 detik.

Komplikasi penyedotan termasuk hipoksia/hipoksemia, disritmia jantung, hipotensi, kolaps paru, dan cedera mukosa langsung. Tekanan intrakranial dapat meningkat selama pengisapan karena batuk.

Konfirmasi Lokasi Tabung Endotrakeal. "Jika ragu, keluarkan." Intubasi bronkial atau esofagus utama menyebabkan hipoksia atau hipoksemia dan hiperkarbia. Tidak ada pengganti yang dapat diandalkan secara klinis untuk secara langsung memvisualisasikan tabung yang melewati pita suara. Penilaian klinis lainnya, termasuk auskultasi dada dan epigastrium, kondensasi tabung, atau ekspansi dinding dada simetris.. "Suara napas" dari lambung dapat ditransmisikan melalui dada setelah insuflasi lambung. Anda harus mengkonfirmasi posisi tabung intratrakeal dengan ukuran yang objektif.

Dua kategori dasar tambahan konfirmasi baik menilai kadaluarsa (end-tidal) karbon dioksida (ETCO₂) atau menilai salah penempatan dengan deteksi esofagus. Keduanya memiliki kelebihan asalkan operator mengetahui batasan dari setiap pendekatan.

Capnometers dan *capnographs* mengukur karbon dioksida di udara kadaluarsa. Perangkat kapnometrik yang paling umum digunakan di UGD adalah kolorimetri, dengan kertas saring ungu peka pH. Ion hidrogen terbentuk melalui kontak dengan karbon dioksida, menghasilkan perubahan warna yang bervariasi dengan konsentrasi karbon dioksida. Misalnya, dengan Nellcor Easy Cap II (Nellcor, Boulder, CO), kertas menjadi kuning setelah terpapar ETCO₂ 2% hingga 5%, yang setara dengan 15 hingga 38 mm Hg tekanan parsial karbon dioksida (Pco₂). Tidak terjadi

perubahan warna (kertas saring tetap ungu) jika $ETCO_2 < 0,5\%$, setara dengan $< 4 \text{ mm Hg } P_{CO_2}$. Kapnometer kolorimetri berguna untuk menilai penempatan ETT yang tepat tetapi tidak cukup akurat untuk penentuan $ETCO_2$ yang tepat dan tidak dapat mengecualikan intubasi batang utama bronkus.

Kapnografi menampilkan bentuk gelombang karbon dioksida karakteristik waktu nyata. Pembentukan kapnografi positif yang persisten setelah visualisasi yang jelas dan langsung dari penempatan tabung mendekati kepastian tentang penempatan tabung. Jarang, ujung pipa glotis hipofaring yang salah tempat dapat menyebabkan oksimetri dan kapnografi normal pada pasien yang bernapas spontan. Kesalahan ini dikenali dengan mencatat kedalaman penyisipan tabung yang tidak memadai, volume ventilasi yang tidak memadai, atau penempatan tabung yang salah pada rontgen dada. Tabel 5 mencatat kondisi yang terkait dengan pembacaan karbon dioksida kolorimetri atau kapnografi palsu.

Tabel 5. Kondisi yang Terkait dengan Pembacaan Karbon Dioksida Kolorimetri Palsu atau Kapnografis Palsu

False-Negative	Uraian
Perfusi paru yang rendah—henti jantung, kompresi dada yang tidak adekuat selama CPR, emboli paru masif	-
Massive obesity	-
Tube obstruction	Sekresi, darah, benda asing
False-Positive	Uraian
Konsumsi minuman berkarbonasi	Tidak akan bertahan lebih dari 6 napas
Heated humidifier, nebulizer, or endotracheal epinephrine	Transien

Alat pendeteksi esofagus membantu menentukan lokasi tabung awal dan tidak bergantung pada curah jantung dan perfusi paru yang memadai—suatu aset pada pasien henti jantung. Ketika ETT berada di kerongkongan, dinding lunak non tulang rawan akan runtuh, dan udara tidak dapat dengan mudah disedot dengan detektor esofagus. Perangkat deteksi esofagus menggunakan aspirasi jarum suntik atau teknik bohlam kompresibel. Perangkat terpasang ke adaptor ETT setelah intubasi tetapi sebelum ventilasi. Jarum suntik kemudian dengan cepat ditarik kembali atau bola lampu dikompresi. Mengambil keuntungan dari perbedaan anatomis antara tulang rawan kaku dari trakea dan esofagus yang dapat dilipat, aspirasi jarum suntik atau pengisian bola lampu cepat saat berada di trakea. Jika tabung ETT berada di kerongkongan, vakum menyebabkan kerongkongan runtuh di sekitar tabung,

menciptakan resistensi terhadap aspirasi atau mencegah pengisian kembali bola lampu. Setelah intubasi, lakukan rontgen dada untuk mengidentifikasi intubasi bronkus utama dan untuk menemukan ujung ETT. Rontgen dada tidak dapat membedakan penempatan ETT di trakea dari esofagus

Komplikasi Intubasi Endotrakeal

Efek samping yang muncul adalah intubasi esofagus yang tidak diketahui, aspirasi, desaturasi oksigen, hipotensi, disritmia, dan henti jantung. Di UGD, keberhasilan yang diharapkan tercapai adalah 80% hingga 95% dari waktu. Keberhasilan upaya pertama yang lebih tinggi dikaitkan dengan dokter yang lebih berpengalaman, dokter unit gawat darurat terlatih, penggunaan RSI, penggunaan laringoskopi video, dan tidak adanya prediktor kesulitan jalan napas. Beberapa upaya intubasi dikaitkan dengan peningkatan efek samping; inilah mengapa penting untuk menggunakan strategi intubasi yang paling mungkin mengarah pada keberhasilan lintas pertama.

Komplikasi segera termasuk intubasi esofagus yang tidak diketahui atau intubasi bronkus utama. Jangan pernah mengasumsikan posisi dan patensi yang benar setelah intubasi jika terlihat kerusakan. Pergeseran tabung dapat terjadi selama pergerakan pasien atau jika tabung tidak diamankan dengan benar. Pengisapan berulang membantu mencegah sekresi menyumbat tuba atau bronkus. Pergeseran manset atau inflasi yang berlebihan menghalangi atau merusak jalan napas. Jika dicurigai adanya obstruksi katup bola trakea, kempiskan manset.

Jika manset ETT bocor setelah intubasi, periksa katup inflasi. Cara sederhana untuk mengatasi kebocoran katup pemompaan adalah dengan memasang keran tiga arah ke katup (*three-way stopcock*), mengembang kembali manset, dan mematkan keran. Jika tabung perlu diganti, gunakan pengubah tabung. *Tube changer* yang tersedia secara komersial adalah kateter semi-kaku dengan adaptor atau konektor 15 mm untuk memungkinkan ventilasi selama pertukaran tabung. Masukkan changer ke dalam ETT, tarik ETT, lalu masukkan ETT baru di atas kateter dan konfirmasi kembali penempatannya.

Meskipun jarang, cedera jaringan lunak yang berhubungan dengan intubasi endotrakeal emergensi dapat terjadi. Avulsi atau perpindahan kartilago arytenoid, biasanya di sebelah kanan, akan mencegah pasien dari bersuara dengan benar setelah ekstubasi. Komplikasi lain termasuk intubasi sinus piriformis, perforasi faring-esofagus, dan perkembangan stenosis. Stenosis subglotis biasanya terjadi pada pasien dengan tabung yang tidak diamankan dengan baik yang agresif atau berventilasi mekanis untuk interval yang lama.

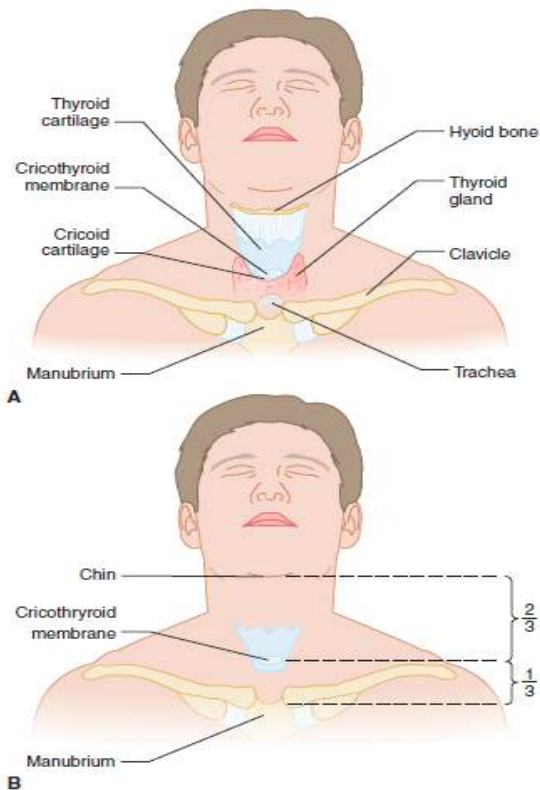
3. Krikotirotomi

Anatomi

Membran krikotiroid terletak di antara kartilago tiroid dan krikoid (Gambar 4A). Kedua struktur tersebut mudah dipalpasi tetapi tidak terlihat secara kasat mata karena ditutupi oleh fasia pretrakeal. Pada pria, kartilago tiroid akan menonjol dan menimbulkan "jakun" yang dikenal dengan *Adam's apple*, pada wanita dan anak-anak, kartilago tiroid dan krikoid sulit dibedakan satu sama lain.

Membran krikotiroid ditemukan kira-kira di garis tengah sepertiga dari manubrium sterni ke dagu pada pasien normal (Gambar 4B). Pada pasien dengan leher yang pendek dan gemuk, membran krikotiroid mungkin tersembunyi setinggi manubrium. Pada pasien dengan leher yang kecil dan panjang, membran krikotiroid mungkin berada di tengah antara dagu dan manubrium.

Kelenjar tiroid menutupi trakea; kedua struktur sulit untuk dipalpasi. Salah satu cara mudah untuk menemukan membran krikoid adalah dengan perlahan meraba trakea saat Anda bergerak ke atas menuju kepala dari takik sternum; ketika jari-jari Anda "jatuh" setelah struktur yang kokoh, Anda telah meraba tulang rawan tiroid. Selanjutnya, perlahan-lahan palpasi ke bawah menuju arah kaki, dan "titik lunak" pertama setelah tulang rawan tiroid adalah membran krikoid. Struktur vaskular yang berpotensi cedera selama krikotirotomi walaupun telah dilakukan dengan benar adalah arteri tiroid, cabang aorta yang berjalan ke kelenjar tiroid di garis tengah. Pembuluh darah ini jarang mencapai tingkat membran krikotiroid. Cedera karotis berpotensi terjadi ketika penanda tidak terlihat atau teknik pemasangan yang buruk.



Gambar 4. A. Anatomi Leher. B. Lokasi membran krikotiroid

Peralatan

Peralatan yang diperlukan untuk melakukan krikotirotomi bedah tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Peralatan yang Dibutuhkan untuk Melakukan Bedah Cricothyrotomy

Personal protective equipment
 Scalpel with a #10 (preferable because of its greater width) or #11 blade
 A 6-mm endotracheal tube or tracheostomy tube (latter preferred), plus a smaller one available
 Tape to secure the tube in place
 Cloth ribbon and sutures to secure tracheostomy tube in place
 Bag-valve mask device and oxygen source
 Gum elastic bougie for guiding tube
 Suction devices

Persiapan dan Posisi Pasien

Tempatkan pasien terlentang, dengan leher sedikit hiperekstensi jika tidak ada trauma servikal (netral jika ada kecurigaan trauma) sehingga struktur leher dapat dipalpasi dan diidentifikasi. Jika waktu memungkinkan, oleskan larutan antiseptik pada kulit. Berikan ventilasi dengan *bag-valve mask* yang terhubung ke oksigen 100% saat sedang mempersiapkan.

Prosedur

Prosedur untuk melakukan krikotirotomi bedah dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Cara Melakukan Bedah Cricothyrotomy

Tahapan		Uraian
1	Berdiri di satu sisi pasien setinggi leher.	Praktisi tangan kanan—berdiri di sisi kanan pasien. Praktisi kidal—berdiri di sisi kiri pasien.
2	Temukan membran krikotiroid.	Temukan cincin krikoid. Letakkan jari telunjuk pada takik sternal dan palpasi cephalad sampai struktur kaku pertama dirasakan (cincin krikoid), atau gunakan pendekatan “jatuh dan kembali” yang disebutkan sebelumnya. Gulung jari telunjuk selebar satu jari di atas untuk menemukan membran antara kartilago krikoid dan tiroid (Gambar 30-3).
3	Dengan menggunakan ibu jari dan jari tengah tangan yang tidak dominan, stabilkan kedua tulang rawan.	-
4	Gunakan pisau bedah untuk membuat sayatan vertikal di garis tengah antara dua tulang rawan, memanjang jika diperlukan.	Sayatan melalui kulit dan jaringan subkutan. Strukturnya superfisial, jadi jangan membuat insisi dalam untuk menghindari kerusakan pada kartilago krikoid atau tiroid atau struktur vaskular (Gambar 30-4). Membran dirasakan, tidak langsung terlihat, setelah sayatan.
5	Dengan pisau scalpel diposisikan secara horizontal, perforasi membran krikotiroid sehingga pisau masuk kira-kira setengah panjangnya.	Orientasi horizontal berada dalam keselarasan anatomis dengan membran untuk menghindari cedera vaskular (Gambar 30-5). Setelah membran berlubang, jangan biarkan kosong; geser forsep atau dilator di sekitar mata pisau atau letakkan bougie sebelum melepas pisau bedah.

6	Memperlebar pembukaan sayatan.	Dilator atau klem mosquito / klem Kelly dapat digunakan (Gambar 30-6).
7	Tempatkan tabung di lubang.	Meskipun insting dapat memandu Anda untuk mengarahkan slang trakeostomi ke posterior, ingatlah bahwa trakea adalah superfisial dan slang harus mengikuti sumbu trakea (Gambar 30-7).
8	Hubungkan ke perangkat masker bag-valve untuk ventilasi. Periksa suara nafas dengan ventilasi.	<p>Jika tidak ada ventilasi yang terdengar secara bilateral, tarik keluar selang dan masukkan kembali. Periksa kembali suara nafas untuk memastikan bahwa pipa endotrakeal diposisikan dengan benar setelah manipulasi apapun.</p> <p>Saat memasukkan tabung endotrakeal standar, dengarkan suara napas yang asimetris. Jika tidak ada suara napas di sisi kiri, maka tabung telah dimasukkan ke bawah bronkus utama kanan dan perlu ditarik ke belakang beberapa sentimeter. Jika menggunakan pipa endotrakeal, masukkan tidak lebih dari 2-3 cm untuk menghindari penempatan bronkus utama.</p>
9	Amankan tabung dengan hati-hati dengan pita dan/atau pita perekat	Lebih menantang apabila dengan pipa endotrakeal standar.
10	Gunakan plester dan kencangkan tabung lebih lanjut.	<p>Jika tabung trakeostomi telah digunakan, buat pembalut sederhana dengan memotong celah di tengah-tengah pembalut kasa 4x4 dan menempatkannya di bawah pipa trakeostomi.</p> <p>Amankan tabung dengan pita yang ditempatkan melalui flensa tabung trakeostomi.</p> <p>Untuk keamanan tambahan, gunakan jahitan nilon 2-0 untuk memperbaiki tabung ke kulit.</p> <p>Pertimbangkan untuk mengganti pipa endotrakeal ke pipa trakeostomi bila memungkinkan.</p>



Gambar 30-3. Lokasi Membran Krikotiroid



Gambar 30-6. Lebarkan bukaan



GAMBAR 30-4. Buat sayatan vertikal garis tengah. Fasia pretrakeal terlihat melalui sayatan. Risiko perdarahan dengan sayatan vertikal lebih kecil



4. Intubasi Endotrakeal pada Pediatrik.

Ada perbedaan fisiologis, anatomis, dan peralatan yang signifikan antara anak-anak dan orang dewasa yang harus dipertimbangkan ketika merencanakan manajemen jalan napas darurat pada pediatrik. Presentasi anak sakit kritis yang membutuhkan intubasi relatif jarang dibandingkan dengan orang dewasa. Berikut ini adalah karakteristik fisiologis dan anatomis jalan napas pediatrik, strategi untuk manajemen jalan napas yang efektif, dan metode organisasi peralatan untuk meminimalkan kesalahan dalam ukuran peralatan, dan perhitungan dosis obat

Karakteristik Fisiologi

Beberapa karakteristik fisiologi yang dibahas adalah tingkat metabolisme yang lebih tinggi, konsumsi oksigen meningkat pada anak-anak, terutama pada bayi. Bayi dan anak-anak mengalami peningkatan curah jantung relatif dan ventilasi semenit untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan metabolik. Namun, anak-anak rentan terhadap desaturasi yang cepat ketika oksigenasi atau ventilasi berkurang. Anak-anak memiliki paru-paru bervolume relatif kecil dengan kapasitas residu fungsional yang kecil. Ini diterjemahkan menjadi reservoir oksigen yang berkurang, yang menurunkan efektivitas preoksigenasi dan membuat preoksigenasi yang optimal menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, perlu persiapan untuk mendukung oksigenasi dengan *bag-mask ventilation*, seringkali dilakukan sebelum upaya intubasi, sambil menunggu timbulnya induksi dan kelumpuhan. Upaya intubasi mungkin perlu dihentikan setelah saturasi oksigen turun di bawah 90% untuk memungkinkan ventilasi *bag-mask* sebelum upaya berikutnya. Di bawah saturasi oksigen 90%, desaturasi sangat cepat. Sebagian besar anak-anak mudah mendapat ventilasi bila teknik yang tepat digunakan, bahkan walaupun ada obstruksi parsial. Kuncinya adalahantisipasi dan penggunaan awal *bag-mask ventilation* yang baik.

Anak-anak dapat mengalami distensi lambung dari menelan udara selama distres serta insuflasi selama *bag-mask ventilation*. Distensi lambung selanjutnya dapat mengganggu kapasitas residu fungsional, volume tidal, dan ventilasi. Penempatan awal tabung orogastrik atau nasogastrik dapat mengatasi hal ini. Tabung lambung juga telah direkomendasikan untuk meminimalkan risiko refluks dari sambungan gastroesofageal yang tidak kompeten, tetapi insiden aspirasi pada anak-anak tampaknya cukup rendah, bahkan pada intubasi darurat.

Anak-anak memiliki kompartemen cairan ekstraseluler secara proporsional lebih besar daripada orang dewasa. Hal ini menghasilkan onset yang lebih cepat dan durasi kerja obat yang lebih pendek dan mungkin memerlukan dosis per kilogram yang lebih tinggi untuk banyak obat yang digunakan untuk memfasilitasi intubasi urutan cepat.

Karakteristik Anatomi

Ada sejumlah karakteristik anatomi anak yang harus diketahui untuk mengoptimalkan keberhasilan intubasi endotrakeal (Tabel 111-1). Sebagian besar karakteristik anatomi yang unik hadir dalam beberapa tahun pertama kehidupan. Dari usia 2 hingga 8 tahun, ada transisi ke anatomi yang lebih kecil tetapi proporsional dibandingkan dengan orang dewasa. Kebanyakan anak tidak memiliki banyak tantangan anatomi yang didapat pada orang dewasa yang lebih tua, dan perbedaan pada anak-anak dapat diprediksi. Dengan teknik yang baik dan antisipasi terhadap perbedaan ini, sebagian besar jalan napas pediatrik berhasil dikelola.

Penjajaran sumbu mulut, faring, dan trakea, untuk memungkinkan visualisasi glotis, dipengaruhi oleh beberapa ciri yang paling menonjol pada bayi: (1) kepala dan oksiput yang relatif besar, (2) lidah besar yang tidak proporsional dan mandibula kecil, dan (3) laring yang lebih superior dan anterior daripada orang dewasa. Sudut lancip ini dapat diatasi dengan ekstensi leher (kecuali dicurigai adanya cedera servikal) dan, dalam beberapa kasus, menempatkan gulungan kecil di bawah bahu (Gambar 111-1).

Penggunaan bilah laringoskop lurus sangat membantu apabila ada lidah yang besar dan jaringan lunak yang berlebihan. Pembukaan glotis bayi, epiglotis, dan lipatan aryepiglottic lebih menonjol, lembut, dan mobile daripada pada orang dewasa atau anak yang lebih tua. Jaringan yang berlebihan ini dapat mengaburkan pandangan dan membuat sulit untuk mengidentifikasi trakea. Di bawah tekanan dari bilah laringoskop, saluran masuk esofagus dapat tampak mirip dengan tali pusat, karena dapat membentuk segitiga dan ujung-ujungnya tampak putih ketika diregangkan.

Trakea yang sempit, dikombinasikan dengan jaringan periglotis mobile yang berlebihan, merupakan predisposisi obstruksi jalan napas pada anak kecil. Titik tersempit dari trakea anak adalah pada cincin krikoid, yang juga merupakan tempat pembengkakan mukosa yang berhubungan dengan croup. Resistensi saluran napas meningkat secara tidak proporsional dengan pengurangan diameter dan secara dramatis meningkat ketika aliran udara menjadi turbulen daripada laminar. Pengurangan 25% diameter dari pembengkakan (misalnya, 4 mm sampai 3 mm) mengurangi luas penampang sebesar 50% dan meningkatkan resistensi sebesar 200%. Pembengkakan, jaringan bergerak menciptakan obstruksi dinamis, dan, pada anak kecil yang gelisah, menangis, dengan aliran udara turbulen berikutnya, kerja pernapasan dapat meningkat 32 kali lipat. Hal ini dapat menyebabkan obstruksi total dan henti napas. Prinsip ini menggarisbawahi kebutuhan untuk menjaga anak-anak dengan obstruksi jalan napas parsial setenang mungkin di lingkungan yang tenang dan nyaman. Karena obstruksi bersifat dinamis, anak-anak dengan edema jalan napas biasanya berespon baik terhadap *bag-mask ventilation* tekanan positif. Juga, croup—sejauh ini merupakan penyebab infeksi paling umum dari obstruksi jalan napas bagian atas anak-anak—menyebabkan peradangan di bawah pembukaan glotis, dan laringoskopi biasanya memberikan visualisasi normal dari tali pusat.

Beberapa prosedur tidak diindikasikan pada anak-anak karena perbedaan anatomi. Intubasi nasotrakeal *blind* relatif dikontraindikasikan pada anak-anak <10 tahun, karena jaringan limfoid adenoid dan tonsil yang menonjol cenderung berdarah

dan sudut jalan napas akut yang dijelaskan sebelumnya membuat kemungkinan keberhasilannya lebih kecil. Juga, krikotirotomi bedah dikontraindikasikan pada anak <10 tahun karena membran krikotiroid terlalu kecil. Oleh karena itu, pada anak <10 tahun, krikotirotomi jarum adalah pilihan jalan napas subglotis dan invasif.

Peralatan

Tantangan utama bagi anak-anak adalah memilih peralatan dengan ukuran yang sesuai. Meskipun ada formula yang dapat membantu dalam memperkirakan ukuran peralatan. Semua UGD harus memiliki peralatan jalan napas pediatrik yang ditebar dan diatur berdasarkan usia atau ukuran dan mudah diakses. Peralatan restocking juga harus dapat diandalkan, sehingga semua ukuran segera tersedia saat dibutuhkan. Pita Broselow® mewakili sistem yang menggunakan perkiraan berdasarkan panjang peralatan dan obat-obatan, yang diatur berdasarkan warna. Kereta saluran udara dapat diberi kode warna yang sama. Terlepas dari sistem yang digunakan, tujuannya adalah untuk menghilangkan ketergantungan pada memori untuk menentukan ukuran peralatan terbaik dan dosis obat.

Endotracheal Tubes

Ukuran pipa endotrakeal dapat diperkirakan dengan menggunakan sistem berdasarkan panjang Broselow® yang disebutkan sebelumnya. Rumus berikut juga dapat memperkirakan ukuran secara wajar, yang diukur dengan diameter internal pada anak-anak berusia >1 tahun:

$$(\text{umur} + 4) \div 4 \text{ untuk } \textit{uncuffed tubes}$$

$$(\text{umur} + 4) \div 3.5 \text{ untuk } \textit{cuffed tubes}$$

Pipa endotrakeal dengan diameter dalam <5,5 mm secara tradisional direkomendasikan untuk *uncuffed*. Ini karena cincin krikoid mewakili titik tersempit dari jalan napas pediatrik dan berfungsi sebagai manset fisiologis. Data yang lebih baru menunjukkan bahwa penggunaan tabung *cuffed* pada anak-anak yang lebih kecil dan aman. Namun, tekanan inflasi manset harus dipantau secara ketat (Tabel 111-2 dan 111-3). Tabung yang diborgol mungkin bermanfaat dalam kasus di mana tekanan jalan napas tinggi atau perubahan kepatuhan diantisipasi (misalnya, asma, pneumonia, sindrom gangguan pernapasan akut).

Tabel 111-2. Ukuran Peralatan Saluran Udara Berbasis Usia

Age	Internal Diameter (mm)	Blade Size
Premature	2.5 Uncuffed*	0 Straight
Newborn	3.0 Uncuffed*	1.0 Straight
1–6 mo	3.5 Uncuffed*	1.0–1.5 Straight
6–12 mo	4.0 Uncuffed*	1.5 Straight
1–2 y	4.5 Uncuffed*	1.5 Straight
3–4 y	5.0 Uncuffed*	1.5–2.0 Straight or curved
5–6 y	5.5 Uncuffed*	2.0 Straight or curved
7–8 y	6.0 Cuffed	2.0 Straight or curved
9–10 y	6.5 Cuffed	2.0 Straight or curved
≥11 y	7.0 Cuffed	3.0 Straight or curved

*Cuffed tubes also acceptable as long as cuff pressures can be monitored.

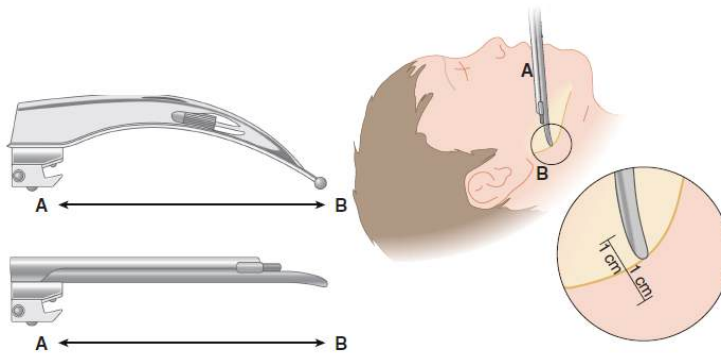
TABEL 111-3 Bagan Peralatan Berbasis Panjang (panjang)*

Item	54–70 cm	70–85 cm	85–95 cm	95–107 cm	107–124 cm	124–138 cm	138–155 cm
Endotracheal tube size (mm)	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Lip–tip length (mm)	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.5
Laryngoscope	1 Straight	1 Straight	2 Straight	2 Straight or curved	2 Straight or curved	2–3 Straight or curved	3 Straight or curved
Suction catheter	8F	8F–10F	10F	10F	10F	10F	12F
Stylet	6F	6F	6F	6F	14F	14F	14F
Oral airway	Infant/small child	Small child	Child	Child	Child/small adult	Child/adult	Medium adult
Bag–valve mask	Infant	Child	Child	Child	Child	Child/adult	Adult
Oxygen mask	Newborn	Pediatric	Pediatric	Pediatric	Pediatric	Adult	Adult
Vascular access (gauge)							
Catheter	22–24	20–22	18–22	18–22	18–20	18–20	16–20
Butterfly	23–25	23–25	21–23	21–23	21–23	21–22	18–21
Nasogastric tube	5F–8F	8F–10F	10F	10F–12F	12F–14F	14F–18F	18F
Urinary catheter	5F–8F	8F–10F	10F	10F–12F	10F–12F	12F	12F
Chest tube	10F–12F	16F–20F	20F–24F	20F–24F	24F–32F	28F–32F	32F–40F
Blood pressure cuff	Newborn/infant	Infant/child	Child	Child	Child	Child/adult	Adult

*Petunjuk penggunaan: (1) ukur panjang pasien dengan pita sentimeter; (2) menggunakan panjang terukur dalam sentimeter, akses kolom peralatan yang sesuai.

Laryngoscope Blades (Bilah Laringoskop)

Bilah laringoskop lurus (Miller) lebih disukai daripada bilah melengkung pada anak kecil karena epiglottis yang besar dapat diangkat secara langsung dan lidah yang besar lebih mudah dipindahkan untuk memberikan visualisasi langsung. Bilah yang terlalu kecil atau pendek berpotensi lebih sulit digunakan daripada bilah yang terlalu besar, karena bilah yang pendek mungkin tidak mencapai area supraglottis. Untuk menentukan panjang *blade* yang tepat, tempatkan sambungan *handle blade* pada gigi insisivus atas anak dan ujungnya pada sudut mandibula. Panjang bilah dari ujungnya ke sambungan pegangan harus berada dalam jarak 1 cm proksimal atau distal dari sudut mandibula.⁹ Bilah #0 lurus (Miller) atau #1 melengkung (MacIntosh) hanya digunakan untuk bilah kecil atau bayi baru lahir prematur (Gambar 111-2).



GAMBAR 111-2. Pengukuran panjang laringoskop yang tepat untuk bilah melengkung dan lurus.

Tambahan Jalan Napas

Masker yang terlalu besar tidak memungkinkan segel yang tepat. Ukuran topeng yang tepat ditunjukkan pada Gambar 111-3. Ukuran yang tepat juga diperlukan untuk stilet, *bag-mask ventilation*, masker oksigen, dan suction. *Bag-mask ventilation* berukuran kecil (250 mL) tidak memberikan volume tidal yang memadai untuk sebagian besar anak. Pemilihan teknik jalan napas alternatif atau alat penyelamatan untuk anak-anak terbatas. Namun, sebagian besar anak dapat diberikan *bag-mask ventilation* jika laringoskopi gagal. Stylet intubasi, atau bougie, tersedia dalam ukuran pediatrik yang cukup kecil untuk menerima pipa endotrakeal berdiameter internal 3,0 mm. Combitube tidak direkomendasikan untuk pasien dengan tinggi <48 inci. Seperti disebutkan di bagian sebelumnya "Karakteristik Anatomi," subglotis darurat, saluran udara bedah pada anak-anak <10 tahun dibatasi untuk krikotirotomi jarum. Indikasi untuk pilihan jalan napas alternatif ini dibahas lebih rinci di bawah ini.

Persiapan Intubasi

Mulailah persiapan untuk intubasi endotrakeal ketika ventilasi dan oksigenasi noninvasif tidak mencukupi. Memulai preoksigenasi, bahkan jika saturasi oksigen 100%. Maksimalkan preoksigenasi melalui elevasi kepala tempat tidur bila memungkinkan dan oksigen aliran tinggi melalui masker non-rebreathing. Siapkan peralatan berukuran tepat sebelum memulai intubasi urutan cepat. Siapkan bilah dengan ukuran berbeda dan setidaknya satu tabung endotrakeal berukuran lebih kecil. Pastikan bahwa kateter suction oral dan endotrakeal berfungsi dan berukuran tepat. Kaji kesulitan jalan napas dan siapkan alat penyelamat. Dalam beberapa situasi, seperti obstruksi jalan napas parsial, strategi terbaik mungkin termasuk konsultasi anestesi atau THT dan pertimbangan intubasi di ruang operasi. Bahkan jika rencananya adalah untuk menunda manajemen akhir ke pengaturan lain atau konsultan, siapkan peralatan di samping tempat tidur jika terjadi perburukan klinis yang

memerlukan tindakan segera. Peralatan khusus, seperti forsep Magill pediatrik untuk obstruksi benda asing, juga harus ada di samping tempat tidur.

Pastikan akses IV yang andal. Dalam kasus urgensi dan tidak ada akses IV, jalur IO mungkin diperlukan. Akhirnya, bolus cairan (20 mL/kg salin normal) sering bermanfaat sebelum memulai intubasi urutan cepat. Banyak anak memerlukan intubasi untuk kegagalan pernapasan, yang sering dikaitkan dengan dehidrasi dari asupan oral yang berkurang dan peningkatan kehilangan yang tidak disadari. Selain itu, tekanan positif yang dihasilkan dari ventilasi setelah intubasi dapat menurunkan preload, membuat resusitasi cairan pra intubasi menjadi penting.

Bag-Mask Ventilation

Bag-mask ventilation sering diperlukan pada anak-anak, dan teknik yang baik adalah penting. Desaturasi oksigen yang cepat pada anak-anak memerlukan ventilasi bag-mask sebelum upaya laringoskopi, dan *bag-mask ventilation* adalah teknik penyelamatan utama pada anak-anak ketika upaya intubasi gagal. Kantong dan masker berukuran tepat sangat penting untuk ventilasi yang baik, terlepas dari keahlian orang yang melakukan tindakan.

Kesalahan umum dalam *bag-mask ventilation pediatrik* adalah kecenderungan untuk mengantongi terlalu cepat, daripada menyesuaikan kecepatan dan volume yang sesuai untuk usia anak. Kadang-kadang, kecepatan atau volume perlu disesuaikan dengan keadaan penyakit. Misalnya, volume yang lebih rendah dan waktu ekspirasi yang lebih lama sering diperlukan pada asma, tetapi pertama-tama harus dipahami parameter ventilasi normal sebelum penyesuaian dapat dilakukan (Tabel 111-4). Kesalahan umum lainnya adalah menekan masker ke wajah dalam upaya untuk mencapai segel yang baik, yang menyebabkan fleksi leher dan obstruksi jalan napas berikutnya.

Karena oksiput yang relatif besar, peninggian kepala biasanya tidak diperlukan, dan pada bayi, posisi terlentang dapat menyebabkan fleksi leher, kadang-kadang memerlukan gulungan di bawah bahu untuk mencegah fleksi. Penjajaran yang optimal dari sumbu mulut, faring, dan trakea (Gambar 111-1) kemudian dapat dicapai dengan ekstensi di persimpangan atlanto-oksipital, yang dikenal sebagai posisi mengendus. Pada posisi jalan napas yang baik, garis horizontal yang memanjang dari kanalis auditorius eksternus akan terletak tepat di depan bahu.

Segel masker dapat diperoleh dengan menggunakan teknik "C-grip" atau "EC clamp" satu tangan pada anak-anak yang lebih kecil, dengan ibu jari dan jari telunjuk diposisikan pada masker dan jari-jari yang tersisa menarik mandibula ke atas ke dalam topeng, sambil mempertahankan ekstensi di persimpangan atlanto-oksipital (Gambar 111-4A). Pada anak yang lebih besar, teknik dua tangan dapat digunakan (Gambar 111-4B). Dengan kedua teknik tersebut, penting agar jalan napas ditarik ke atas ke dalam masker, daripada mendorong masker ke bawah.

Oral airways dengan ukuran yang tepat (diukur dari sudut mandibula ke bibir; Tabel 111-3) harus selalu ditempatkan pada anak yang tidak sadar dan dapat

membantu perpindahan lidah pediatrik yang relatif besar. Akhirnya, sebagian besar kantong masker pediatrik menggabungkan katup pop-off, atau pelepas tekanan (Gambar 111-5). Dirancang untuk menghindari barotrauma, katup akan terbuka pada tekanan puncak yang telah ditentukan sebelumnya (biasanya tekanan 35 sampai 40 cm H₂O). Namun, pada beberapa penyakit yang berhubungan dengan tekanan jalan napas yang tinggi, seperti asma atau obstruksi jalan napas, tekanan puncak yang lebih tinggi mungkin diperlukan untuk mencapai ventilasi yang memadai. Dalam keadaan ini, nonaktifkan atau tutup katup pelepas secara manual.

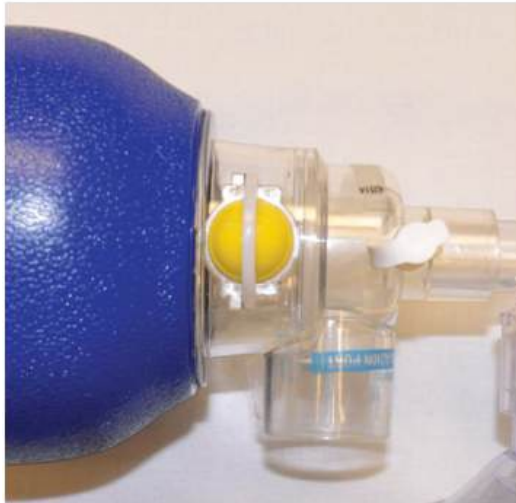


A



B

GAMBAR 111-4. Ventilasi bag-mask menggunakan (A) teknik “C-grip” atau “E-C clamp” untuk anak kecil, menarik wajah ke dalam masker, dan (B) teknik dua orang dua tangan.



GAMBAR 111-5. Katup pop-off pada masker *bag-valve* pediatrik, yang dirancang untuk mencegah barotrauma, mungkin perlu ditutup bila diperlukan tekanan yang lebih tinggi, seperti pada pasien asma.

Laringoskopi dan Intubasi Trakeal

Teknik untuk laringoskopi serupa antara anak-anak dan orang dewasa dan dijelaskan secara rinci dalam bab 29 “Intubasi dan Ventilasi Mekanik.” Penempatan yang tepat sangat penting, dan keselarasan yang optimal dari sumbu jalan napas untuk laringoskopi adalah sama seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya untuk ventilasi *bag-mask* (Gambar 111-1). Jika menggunakan pisau lurus, epiglotis besar menutupi pita suara. Angkat epiglotis dengan pisau lurus untuk melihat tali di bawah. Pada anak-anak yang lebih kecil, ada kecenderungan untuk menempatkan pisau terlalu dalam, ke dalam kerongkongan. Jika identifikasi struktur tidak mungkin,

ujung bilah biasanya di esofagus bagian atas, atau ruang retroglotis. Tarik pisau secara perlahan, dan tali pusat atau epiglotis akan terlihat.

Visualisasi ditingkatkan dengan menggunakan tekanan mundur ke atas-kanan pada kartilago tiroid (manuver "BURP"), memindahkan tali pusat ke kanan dan posterior ke tampilan yang lebih baik. Tekanan krikoid mungkin tidak diperlukan, karena telah dikaitkan dengan kesulitan intubasi dan ventilasi bag-mask, dan pada anak-anak, tekanan krikoid dapat menyumbat trakea yang lentur. Jika tekanan krikoid diterapkan, lepaskan tekanan jika laringoskopi dan intubasi sulit dilakukan.

Ada kecenderungan untuk memasukkan tabung endotrakeal terlalu jauh pada anak yang sangat muda, di mana jarak dari tali laring ke carina trakea mungkin hanya beberapa sentimeter. Intubasi batang utama kanan tidak selalu diperhatikan pada auskultasi, terutama pada bayi, karena suara napas dapat diteruskan ke seluruh dada. Oleh karena itu, tentukan dulu kedalaman pipa endotrakeal dan patuhi kedalaman tersebut selama intubasi. Kedalaman dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Tube internal diameter} \times 3 = \text{kedalaman tabung di bibir}$$

Misalnya, tabung berdiameter internal 4,0 mm harus 12 cm di bibir. Sistem berbasis panjang juga dapat digunakan (Tabel 111-3).

Rapid-Sequence Intubation (RSI)

Rapid-sequence intubation tetap menjadi metode intubasi yang disukai pada anak-anak dan dikaitkan dengan keberhasilan tertinggi dan tingkat komplikasi terendah, dibandingkan dengan metode lain. Agen induksi dan paralitik khusus untuk anak-anak disajikan pada Tabel 111-5. Indikasi dan kontraindikasi sama dengan orang dewasa. Sebuah tinjauan rinci tentang farmakologi dari intubasi urutan cepat berada di luar cakupan bab ini.

TABEL 111-5 Obat Intubasi Urutan Cepat Umum pada Anak.

Medication	Dose†	Comments
Induction agents		
Etomidate	0.3 milligram/kg	Preserves hemodynamic stability; may suppress adrenal axis even in a single dose; short acting, requires anxiolysis or analgesia after intubation
Ketamine	1–2 milligrams/kg	Bronchodilator, preserves respiratory drive, cardiovascular stimulant;

		drug of choice for intubation for asthma and sepsis
Propofol	1–2 milligrams/kg	Rapid push, higher dose in infants, may cause hypotension; short acting, requires ongoing anxiolysis or analgesia after intubation
Paralytics		
Rocuronium	1 milligram/kg	Nondepolarizing agent; longer duration than succinylcholine
Succinylcholine	<10 kg: 1.5–2.0 milligrams/kg	Shorter duration than rocuronium; better intubating conditions at 60 s; may cause bradycardia in children and hyperkalemic cardiac arrest in children with undiagnosed neuromuscular disease
	>10 kg: 1.0–1.5 milligrams/kg	
Sedatives		
Midazolam	0.1 milligram/kg	Short-acting sedative
Lorazepam	0.1 milligram/kg	Longer-acting sedative
Analgesics		
Fentanyl	1–2 micrograms/kg	Short-acting analgesic; preserves hemodynamic stability
Morphine	0.1–0.2 milligram/kg	Longer-acting analgesic; may cause histamine release

*Premedikasi tidak lagi direkomendasikan secara rutin pada anak-anak karena kurangnya bukti yang mendukung. Obat intubasi urutan cepat dapat diberikan IO ketika akses IV tidak dapat diperoleh.

Succinylcholine atau rocuronium keduanya umum digunakan sebagai agen penghambat neuromuskular untuk kelumpuhan selama intubasi urutan cepat pediatrik.

Tidak ada studi perbandingan pada anak-anak yang menunjukkan manfaat dari satu agen di atas yang lain. Succinylcholine mungkin memiliki onset yang lebih cepat, memiliki durasi kerja yang lebih pendek (8 menit untuk succinylcholine vs 45 menit untuk rocuronium), dan dikaitkan dengan visualisasi glotis yang lebih baik pada 1 menit dalam studi perbandingan orang dewasa. Succinylcholine dapat menyebabkan hiperkalemia fatal di sejumlah kondisi (Tabel 111-6), biasanya terlihat pada presentasi pasien (lihat Tabel 29-4); namun, hubungan spesifiknya dengan henti jantung pada anak-anak dengan penyakit neuromuskular yang tidak terdiagnosis telah menyebabkan beberapa praktisi lebih memilih penggunaan rocuronium pada anak-anak.¹⁹ Banyak klinisi lebih memilih suksinilkolin tanpa adanya kontraindikasi karena mereka terbiasa dengan agen tersebut.

TABEL 111-6 Komplikasi dan Kontraindikasi Suksinilkolin

Hyperkalemia Burns >5 d old Denervation injury >5 d old Significant crush injuries >5 d old Severe infection >5 d old Neuromuscular diseases, myopathies Preexisting hyperkalemia Masseter spasm	Increased intragastric, intraocular, and possibly intracranial pressure Malignant hyperthermia Bradycardia Prolonged apnea with pseudocholinesterase deficiency Fasciculations
---	--

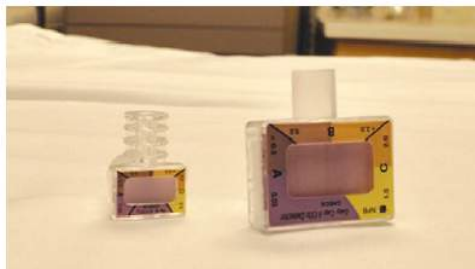
Pada anak-anak, tidak ada literatur untuk mendukung penggunaan agen pretreatment dalam intubasi urutan cepat. Pemberian obat berdasarkan berat badan, terutama pada pasien anak yang sakit kritis, dapat menyebabkan keterlambatan dan potensi kesalahan obat. Alasan pemberian agen pretreatment adalah untuk melemahkan respon patofisiologi laringoskopi dan intubasi yang mungkin berbahaya dalam keadaan klinis tertentu. Respon refleks simpatis dapat menyebabkan hipertensi dan takikardia. Stimulasi laring juga dapat memiliki efek pernapasan, termasuk laringospasme, batuk, dan bronkospasme. Pada anak-anak, respons vagal mendominasi dan dapat menyebabkan bradikardia yang signifikan, bahkan tanpa suksinilkolin.

Lidokain dapat dipertimbangkan pada anak-anak dengan kemungkinan peningkatan tekanan intrakranial; namun, sebagian besar data tentang penggunaannya diekstrapolasi dari pengalaman orang dewasa.¹⁹ Tidak ada bukti bahwa lidokain meningkatkan hasil pada anak-anak dengan saluran napas reaktif yang menjalani intubasi. Dosis pretreatment dari agen penghambat neuromuskular nondepolarisasi tidak lagi direkomendasikan sebagai agen pretreatment dalam intubasi urutan cepat.

Penggunaan rutin atropin pada anak-anak untuk mencegah refleks bradikardia dari manipulasi jalan napas dan suksinilkolin tidak diperlukan. Pretreatment dengan atropin tidak secara konsisten mencegah bradikardia pada anak-anak. Berikan atropin jika terjadi bradikardia simptomatik.

Manajemen Post Intubasi

Segera setelah intubasi, konfirmasi penempatan pipa endotrakeal menggunakan kapnografi atau detektor karbon dioksida end-tidal kolorimetri. Detektor karbon dioksida end-tidal kolorimetri berukuran kecil harus digunakan untuk anak-anak dengan berat <15 kg. Untuk anak-anak yang lebih besar, dengan berat >15 kg, gunakan detektor karbon dioksida ukuran dewasa, karena dapat terjadi hambatan aliran saat menggunakan perangkat yang lebih kecil dengan volume tidal yang lebih besar (Gambar 111-6). Kapnografi bentuk gelombang kontinu sekarang dianggap sebagai standar perawatan untuk pemantauan pascaintubasi.



GAMBAR 111-6. Contoh detektor karbon dioksida end-tidal kolorimetri pediatrik untuk anak-anak <15 kg dan yang standar untuk anak-anak yang lebih besar.

Visualisasi dari tabung yang melalui pita atau pengabutan tabung tidak cukup mengkonfirmasi penempatan tabung di trakea. Demikian juga, suara napas yang sama tidak menghalangi intubasi bronkus utama kanan, dan rontgen dada harus diperoleh segera setelah intubasi untuk memastikan kedalaman yang sesuai. Kencangkan tabung dengan hati-hati di mulut, menggunakan selotip yang dilekatkan pada rahang atas dengan perekat kulit atau perangkat komersial yang tersedia. Karena jarak yang pendek antara pembukaan glotis dan ujung pipa endotrakeal, bayi rentan terhadap perpindahan pipa ke faring oral dengan ekstensi kepala dan ke bronkus utama kanan dengan kepala fleksi. Imobilisasi kepala dan leher dalam posisi netral pada anak kecil yang diintubasi.

Sebagian besar anak akan ditempatkan pada ventilator volume terbatas. Namun, pada anak <10 kg, coba gunakan pengaturan ventilator tekanan terbatas. Kecepatan awal 20 sampai 25 napas/menit, dengan tekanan inspirasi puncak antara 15 dan 20 cm H₂O, biasanya akan memberikan volume tidal 8 sampai 12 mL/kg. Disarankan rasio inspirasi-ekspirasi awal 1:2 tetapi mungkin perlu disesuaikan, terutama dengan adanya saluran napas reaktif, yang akan membutuhkan fase

ekspirasi yang lebih lama. Sejumlah kecil tekanan akhir ekspirasi positif (3 sampai 5 cm H₂O) juga dapat ditambahkan. Pada ventilasi terbatas volume, dasarkan frekuensi pernapasan awal berdasarkan usia, dengan volume awal 6 hingga 10 mL/kg. Terlepas dari pengaturan awal, evaluasi ulang yang sering, pemantauan, dan penggunaan gas darah arteri harus memandu parameter ventilasi yang sedang berlangsung.

Berikan sedasi dan analgesia yang memadai sebelum efek agen induksi dan paralisis hilang. Hal ini sangat penting ketika rocuronium atau relaksan otot kerja lebih lama digunakan, karena durasinya sering lebih lama daripada kebanyakan agen induksi yang digunakan dalam intubasi urutan cepat.

Bagian 3. Resusitasi Cairan pada Pasien Syok

Syok adalah suatu kondisi insufisiensi sirkulasi yang mengakibatkan ketidakseimbangan antara suplai oksigen (delivery/supply) dan kebutuhan oksigen (consumption/demand) pada tingkat seluler atau subseluler yang mengakibatkan disfungsi organ. Mekanisme yang dapat menyebabkan syok sering dibagi menjadi empat kategori: (1) hipovolemik (perdarahan, dehidrasi), (2) kardiogenik, (3) distributive (septik, neurogenic, anafilaksis), dan (4) obstruktif. Pemahaman tentang mekanisme suplai dan konsumsi oksigen adalah dasar untuk tatalaksana syok.

Oksigen sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Ketiadaan oksigen bagi manusia menyebabkan kematian yang lebih cepat dibandingkan yang lainnya. *Oxygen Delivery (DO₂)* ke jaringan bergantung pada *Cardiac Output (CO/Q)* dan *Arterial Oxygen Content (CaO₂)*.

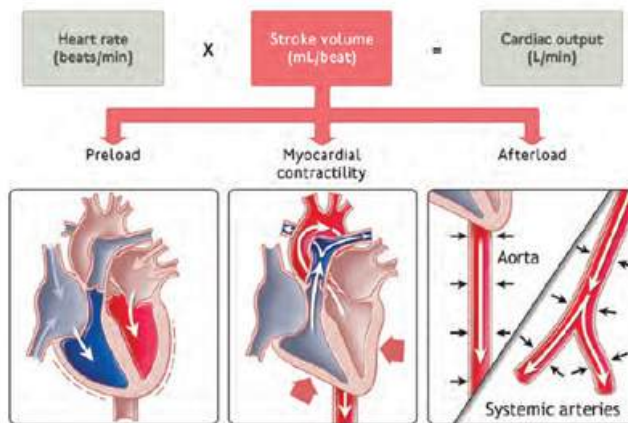
Tabel 1. Suplai oksigen dan kebutuhan oksigen.

Parameter	Spesifikasi Persamaan
Oxygen Delivery (DO ₂)	Oxygen Delivery = Cardiac Output × Arterial Oxygen Content DO ₂ = Q × CaO ₂ ; DO ₂ adalah jumlah O ₂ yang dikirim ke jaringan per menit. Nilai normalnya adalah 1000 mL O ₂ per menit.
Cardiac Output (Q)	Cardiac Output = Heart Rate × Stroke Volume Q = HR × SV
Mean arterial pressure (MAP)	Mean Arterial Pressure = Cardiac Output × Systemic Vascular Resistance MAP = CO × SVR MAP sebenarnya hanya dapat dinilai dengan monitor invasive, tetapi kita dapat menilainya estimasi MAP melalui: MAP = (Tekanan Darah Sistol + 2 x Tekanan Darah Diastol)/3
Arterial Oxygen Content (CaO ₂)	<i>Arterial Oxygen Content</i> = Jumlah oksigen di dalam darah. CaO ₂ = (1.39 × Hb × Sao ₂) + (Pao ₂ × 0.0031)

<p>Oxygen Consumption (VO₂)</p>	<p>Oxygen Consumption = Cardiac Output × (Arterial O₂ Content – Venous O₂ Content)</p> <p>VO₂ = CO × (Cao₂ – Cvo₂)</p> <p>Alternatif:</p> <p>VO₂ = CO × Hb × 1.39 × (Sao₂ – Smvo₂)</p> <p>Jumlah O₂ yang dikonsumsi oleh jaringan setiap menit sama dengan perbedaan suplai O₂ yang dikirim ke jaringan dan O₂ yang kembali dari jaringan ke jantung. Nilai normal adalah sekitar 250 mL O₂ per menit (Pada rata-rata orang dewasa). Perhatikan bahwa rumus ini mengabaikan kontribusi kecil dari oksigen terlarut.</p>
--	---

Catatan: Hb = hemoglobin in grams/dL; HR = heart rate per min; Pao₂ = partial pressure of oxygen in arterial blood in mm Hg; Sao₂ = oxygen saturation expressed as a fraction of 1.0, rather than a percentage; SBP = systolic blood pressure in mm Hg; Smvo₂ = mixed venous oxygen saturation expressed as a fraction of 1.0, rather than a percentage; SV = stroke volume in mL; SVR = systemic vascular resistance in mm Hg·min/L.

Langkah pertama dalam mengelola syok pada pasien trauma adalah mengenali keberadaannya. Setelah syok diidentifikasi, mulailah terapi berdasarkan kemungkinan penyebabnya. Mendiagnosis syok pada pasien trauma bergantung pada temuan klinis dan tes laboratorium. Tidak ada tanda vital tunggal dan tes laboratorium yang dapat mendiagnosis syok secara pasti. Seorang dokter harus segera mengenali penurunan perfusi jaringan yang tidak adekuat dengan mengenali temuan klinis yang biasa terjadi pada pasien trauma.



Gambar 1. Curah jantung adalah volume darah yang dipompa oleh jantung per menit, ditentukan dengan mengalikan denyut jantung dengan volume sekuncup (yaitu, jumlah darah yang meninggalkan jantung pada setiap kontraksi jantung). Volume sekuncup secara klasik ditentukan oleh *preload*, kontraktilitas miokard, dan *afterload*.

Langkah kedua dalam mengelola syok adalah mengidentifikasi kemungkinan penyebab syok dan menyesuaikan pengobatan yang sesuai. Pada pasien trauma, proses ini berkaitan dengan mekanisme trauma. Sebagian besar pasien trauma dalam syok mengalami hipovolemia, tetapi mereka mungkin menderita syok kardiogenik, obstruktif, neurogenik, dan/atau syok septik. Misalnya, tension pneumotoraks dapat mengurangi aliran balik vena dan menghasilkan syok obstruktif. Tamponade jantung juga menghasilkan syok obstruktif, karena darah di kantung perikardial menghambat kontraktilitas jantung dan curah jantung. Anggota tim trauma harus mempertimbangkan diagnosis ini pada pasien dengan cedera di atas diafragma. Syok neurogenik terjadi akibat cedera luas pada medula spinalis servikal atau torakal atas yang disebabkan oleh hilangnya tonus simpatis dan selanjutnya menyebabkan vasodilatasi. Syok tidak disebabkan oleh cedera otak yang terisolasi kecuali jika melibatkan batang otak, dalam hal ini mempunyai prognosisnya buruk. Pasien dengan cedera medula spinalis awalnya mungkin mengalami syok akibat vasodilatasi dan hipovolemia, terutama jika ada beberapa cedera lainnya. Syok septik jarang terjadi, tetapi harus dipertimbangkan pada pasien yang kedatangannya di fasilitas gawat darurat tertunda selama berjam-jam. Pada orang tua, alasan yang mendasari atau penyebab cedera traumatis kemungkinan karena infeksi yang tidak diketahui, umumnya infeksi saluran kemih.

Tanggung jawab manajemen pasien dimulai dengan mengenali adanya syok. Mulai pengobatan segera dan identifikasi kemungkinan penyebabnya. Respon pasien terhadap terapi awal, ditambah dengan temuan survei primer (*primary survey*) dan sekunder (*secondary survey*), biasanya memberikan informasi yang cukup untuk menentukan penyebab syok. **Perdarahan merupakan penyebab syok tersering**

pada pasien trauma.

1. Syok Perdarahan

Perdarahan merupakan penyebab syok tersering pada pasien trauma. Respons pasien trauma terhadap kehilangan darah menjadi lebih kompleks dengan perpindahan cairan di antara kompartemen cairan dalam tubuh, terutama di kompartemen cairan ekstraseluler. Cedera jaringan lunak, bahkan tanpa perdarahan berat, dapat mengakibatkan perpindahan cairan ke kompartemen ekstraseluler. Respon terhadap kehilangan darah harus dipertimbangkan dalam konteks perpindahan cairan ini. Juga pertimbangkan perubahan yang terkait dengan syok berat yang berkepanjangan dan hasil patofisiologis dari resusitasi dan reperfusi.

Perdarahan adalah kehilangan akut volume darah yang bersirkulasi. Meskipun dapat sangat bervariasi, volume darah orang dewasa yang normal adalah sekitar 7% dari berat badan. Misalnya, laki-laki 70 kg memiliki volume darah sirkulasi sekitar 5 L. Volume darah orang dewasa yang obesitas diperkirakan berdasarkan berat badan ideal mereka, karena perhitungan berdasarkan berat aktual dapat menghasilkan perkiraan yang terlalu tinggi secara signifikan. Volume darah untuk anak dihitung sebagai 8% sampai 9% dari berat badan (70-80 mL/kg).

Efek fisiologis perdarahan dibagi menjadi empat kelas, berdasarkan tanda klinis, yang berguna untuk memperkirakan persentase kehilangan darah akut. Tanda-tanda klinis mewakili kontinum perdarahan yang sedang berlangsung dan hanya berfungsi untuk memandu terapi awal. Penggantian volume selanjutnya ditentukan oleh respons pasien terhadap terapi. Sistem klasifikasi berikut berguna dalam menekankan tanda-tanda awal dan patofisiologi keadaan syok:

- **Perdarahan kelas I** dicontohkan dengan kondisi seseorang yang telah mendonorkan 1 unit darah.
- **Perdarahan kelas II** adalah perdarahan tanpa komplikasi yang memerlukan resusitasi cairan kristaloid.
- **Perdarahan kelas III** adalah keadaan hemoragik yang rumit di mana setidaknya diperlukan infus kristaloid dan mungkin juga penggantian darah.
- **Perdarahan kelas IV** dianggap sebagai kejadian preterminal; kecuali tindakan agresif diambil, pasien akan mati dalam beberapa menit. Transfusi darah diperlukan.

Tabel 2. Klasifikasi Syok.

PARAMETER	CLASS I	CLASS II (MILD)	CLASS III (MODERATE)	CLASS IV (SEVERE)
Approximate blood loss	<15%	15-30%	31-40%	>40%
Heart rate	↔	↔/↑	↑	↑/↑↑
Blood pressure	↔	↔	↔/↓	↓
Pulse pressure	↔	↓	↓	↓
Respiratory rate	↔	↔	↔/↑	↑
Urine output	↔	↔	↓	↓↓
Glasgow Coma Scale score	↔	↔	↓	↓
Base deficit*	0 to -2 mEq/L	-2 to -6 mEq/L	-6 to -10 mEq/L	-10 mEq/L or less
Need for blood products	Monitor	Possible	Yes	Massive Transfusion Protocol

* Base excess is the quantity of base (HCO₃⁻, in mEq/L) that is above or below the normal range in the body. A negative number is called a base deficit and indicates metabolic acidosis.

Class I Hemorrhage: <15% Blood Volume Loss

Gejala klinis kehilangan volume dengan perdarahan kelas I minimal. Dalam situasi yang tidak rumit, takikardia minimal terjadi. Tidak ada perubahan terukur yang terjadi pada tekanan darah, tekanan nadi, atau laju pernapasan. Untuk pasien yang sehat, jumlah kehilangan darah ini tidak memerlukan penggantian produk darah, karena pengisian ulang transkapiler dan mekanisme kompensasi lainnya akan mengembalikan volume darah dalam waktu 24 jam, dan biasanya tanpa perlu transfusi darah.

Class II Hemorrhage: 15% to 30% Blood Volume Loss

Tanda-tanda klinis perdarahan kelas II termasuk takikardia, takipnea, dan penurunan tekanan nadi. Tanda terakhir berhubungan terutama dengan peningkatan tekanan darah diastolik karena peningkatan katekolamin yang bersirkulasi, yang menghasilkan peningkatan tonus dan resistensi vaskular perifer. Tekanan sistolik berubah minimal pada syok hemoragik dini; oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi tekanan nadi daripada tekanan sistolik. Temuan klinis terkait lainnya yang terkait dengan jumlah kehilangan darah ini termasuk perubahan sistem saraf pusat (SSP) yang tidak kentara, seperti kecemasan, ketakutan, dan permusuhan. Meskipun kehilangan darah dan perubahan kardiovaskuler yang signifikan, output urin hanya sedikit terpengaruh. Aliran urin yang diukur biasanya 20 sampai 30 mL/jam pada orang dewasa dengan perdarahan kelas II. Kehilangan cairan yang menyertai dapat memperburuk manifestasi klinis dari perdarahan kelas II. Beberapa pasien dalam kategori ini pada akhirnya mungkin memerlukan transfusi darah, tetapi sebagian

besar awalnya distabilkan dengan larutan kristaloid.

Class III Hemorrhage: 31% to 40% Blood Volume Loss

Pasien dengan perdarahan kelas III biasanya hadir dengan tanda-tanda klasik perfusi yang tidak memadai, termasuk takikardia dan takipnea yang nyata, perubahan status mental yang signifikan, dan penurunan tekanan darah sistolik yang terukur. Dalam kasus yang tidak rumit, ini adalah jumlah kehilangan darah paling sedikit yang secara konsisten menyebabkan penurunan tekanan darah sistolik. Prioritas manajemen awal adalah menghentikan perdarahan, dengan operasi darurat atau embolisasi, jika perlu. Sebagian besar pasien dalam kategori ini akan membutuhkan sel darah merah (pRBC) dan produk darah untuk membalikkan keadaan syok.

Class IV Hemorrhage: >40% Blood Volume Loss

Pasien dengan perdarahan kelas IV segera mengancam jiwa. Gejalanya meliputi takikardia yang nyata, penurunan tekanan darah sistolik yang signifikan, dan tekanan nadi yang sangat sempit atau tekanan darah diastolik yang tidak terukur. (Bradikardia dapat berkembang sebelum waktunya.) Produksi urin dapat diabaikan, dan status mental sangat tertekan. Kulitnya dingin dan pucat. Pasien dengan perdarahan kelas IV sering membutuhkan transfusi cepat dan intervensi bedah segera. Keputusan ini didasarkan pada respons pasien terhadap teknik manajemen awal yang dijelaskan dalam bab ini.

Faktor-Faktor Perancu

Sistem klasifikasi fisiologis sangat membantu, tetapi faktor-faktor berikut dapat mengacaukan dan sangat mengubah respons hemodinamik klasik terhadap hilangnya volume darah yang bersirkulasi secara akut; semua individu yang terlibat dalam penilaian awal dan resusitasi pasien cedera harus segera mengenali mereka:

- Usia pasien
- Tingkat keparahan cedera, terutama jenis dan lokasi anatomis cedera
- Selang waktu antara cedera dan inisiasi pengobatan
- Terapi cairan pra-rumah sakit
- Obat yang digunakan untuk kondisi kronis

Adalah berbahaya untuk menunggu sampai pasien trauma sesuai dengan klasifikasi fisiologis syok yang tepat sebelum memulai restorasi volume yang sesuai. Mulai kontrol perdarahan dan resusitasi cairan seimbang saat tanda dan gejala awal kehilangan darah terlihat atau dicurigai—bukan saat tekanan darah turun atau tidak ada. hentikan perdarahan.

Penatalaksanaan Awal Syok Hemoragik

Diagnosis dan pengobatan syok harus dilakukan secara simultan. Untuk sebagian besar pasien trauma, dokter memulai pengobatan seolah-olah pasien

mengalami syok hemoragik, kecuali penyebab syok yang berbeda jelas terlihat. **Prinsip manajemen dasar adalah menghentikan pendarahan dan mengganti kehilangan volume.**

Jumlah cairan dan darah yang dibutuhkan untuk resusitasi sulit diprediksi pada evaluasi awal pasien. Berikan bolus cairan isotonik awal yang dihangatkan. Dosis biasa adalah 1 liter untuk dewasa dan 20 mL/kg untuk pasien anak dengan berat badan kurang dari 40 kilogram. Volume absolut cairan resusitasi harus didasarkan pada respons pasien terhadap pemberian cairan, dengan mengingat bahwa jumlah cairan awal ini mencakup semua cairan yang diberikan dalam pengaturan pra-rumah sakit. Kaji respons pasien terhadap resusitasi cairan dan identifikasi bukti perfusi organ akhir yang memadai dan oksigenasi jaringan. Amati respons pasien selama pemberian cairan awal ini dan dasarkan keputusan terapeutik dan diagnostik lebih lanjut pada respons ini. Infus persisten cairan dan darah dalam volume besar dalam upaya mencapai tekanan darah normal bukanlah pengganti untuk kontrol perdarahan yang pasti.

Tabel 3. menguraikan pedoman umum untuk menetapkan jumlah cairan dan darah yang mungkin diperlukan selama resusitasi. Jika jumlah cairan yang dibutuhkan untuk memulihkan atau mempertahankan perfusi organ yang memadai dan oksigenasi jaringan sangat melebihi perkiraan ini, hati-hati menilai kembali situasi dan mencari cedera yang tidak diketahui dan penyebab syok lainnya.

Tujuan resusitasi adalah mengembalikan perfusi organ dan oksigenasi jaringan, yang dicapai dengan pemberian larutan kristaloid dan produk darah untuk menggantikan volume intravaskular yang hilang. Namun, jika tekanan darah pasien meningkat dengan cepat sebelum perdarahan dikendalikan secara definitif, lebih banyak perdarahan dapat terjadi. Untuk alasan ini, pemberian larutan kristaloid berlebihan bisa berbahaya.

Resusitasi cairan dan menghindari hipotensi merupakan prinsip penting dalam manajemen awal pasien dengan trauma tumpul, terutama mereka dengan cedera otak traumatis. Pada trauma tembus dengan perdarahan, menunda resusitasi cairan agresif sampai kontrol definitif perdarahan tercapai dapat mencegah perdarahan tambahan; pendekatan yang hati-hati dan seimbang dengan evaluasi ulang yang sering diperlukan. Menyeimbangkan tujuan perfusi organ dan oksigenasi jaringan dengan menghindari perdarahan ulang dengan menerima tekanan darah yang lebih rendah dari normal telah disebut "resusitasi terkontrol," "resusitasi seimbang," "resusitasi hipotensi," dan "hipotensi permisif." Strategi resusitasi seperti itu mungkin merupakan jembatan, tetapi bukan pengganti, kontrol bedah definitif perdarahan.

Resusitasi dini dengan darah dan produk darah harus dipertimbangkan pada pasien dengan bukti perdarahan kelas III dan IV. Pemberian awal produk darah dengan rasio rendah sel darah merah terhadap plasma dan trombosit dapat mencegah

perkembangan koagulopati dan trombositopenia.

Mengukur Respon Pasien terhadap Terapi Cairan

Tanda dan gejala yang sama dari perfusi yang tidak memadai yang digunakan untuk mendiagnosis syok membantu menentukan respons pasien terhadap terapi. Kembalinya tekanan darah normal, tekanan nadi, dan denyut nadi adalah tanda-tanda bahwa perfusi kembali normal, namun pengamatan ini tidak memberikan informasi mengenai perfusi organ dan oksigenasi jaringan. Peningkatan status volume intravaskuler merupakan bukti penting dari peningkatan perfusi, tetapi sulit untuk diukur. Volume keluaran urin merupakan indikator perfusi ginjal yang cukup sensitif; volume urin yang normal umumnya menyiratkan aliran darah ginjal yang memadai, jika tidak dimodifikasi oleh cedera ginjal yang mendasarinya, hiperglikemia yang nyata atau pemberian agen diuretik. Untuk alasan ini, haluaran urin merupakan salah satu indikator utama resusitasi dan respon pasien. Dalam batas-batas tertentu, output urin digunakan untuk memantau aliran darah ginjal. Penggantian volume yang memadai selama resusitasi harus menghasilkan keluaran urin sekitar 0,5 mL/kg/jam pada orang dewasa, sedangkan 1 mL/kg/jam adalah keluaran urin yang memadai untuk pasien anak. Untuk anak di bawah usia 1 tahun, 2 mL/kg/jam harus dipertahankan. Ketidakmampuan untuk mendapatkan output urin pada tingkat ini atau penurunan output urin dengan peningkatan berat jenis menunjukkan resusitasi yang tidak memadai. Situasi ini harus merangsang penggantian volume lebih lanjut dan penyelidikan diagnostik lanjutan untuk penyebabnya.

Pasien pada syok hipovolemik awal mengalami alkalosis respiratorik akibat takipnea, yang sering diikuti oleh asidosis metabolik ringan dan tidak memerlukan pengobatan. Namun, asidosis metabolik yang parah dapat berkembang dari syok yang lama atau parah. Asidosis metabolik disebabkan oleh metabolisme anaerob, sebagai akibat dari perfusi jaringan yang tidak memadai dan produksi asam laktat. Asidosis persisten biasanya disebabkan oleh resusitasi yang tidak adekuat atau kehilangan darah yang terus menerus. Pada pasien syok, obati asidosis metabolik dengan cairan, darah, dan intervensi untuk mengontrol perdarahan. Defisit basa dan/atau nilai laktat dapat berguna dalam menentukan ada dan beratnya syok, dan kemudian pengukuran serial parameter ini dapat digunakan untuk memantau respons terhadap terapi. Jangan gunakan natrium bikarbonat untuk mengobati asidosis metabolik akibat syok hipovolemik.

Pola Respon Pasien

Respon pasien terhadap resusitasi cairan awal adalah kunci untuk menentukan terapi selanjutnya. Setelah menetapkan diagnosis awal dan rencana perawatan berdasarkan penilaian awal, dokter memodifikasi rencana berdasarkan respons pasien. Mengamati respons terhadap resusitasi awal dapat mengidentifikasi

pasien yang kehilangan darahnya lebih besar dari yang diperkirakan dan pasien dengan perdarahan berkelanjutan yang memerlukan kontrol operasi perdarahan internal. Pola potensial respons terhadap pemberian cairan awal dapat dibagi menjadi tiga kelompok: respons cepat, respons sementara, dan respons minimal atau tidak sama sekali. Tanda-tanda vital dan pedoman manajemen untuk pasien di masing-masing kategori ini telah dijelaskan sebelumnya (lihat Tabel 3).

Tabel 3. Respon Terhadap Resusitasi Cairan Awal.

	RAPID RESPONSE	TRANSIENT RESPONSE	MINIMAL OR NO RESPONSE
Vital signs	Return to normal	Transient improvement, recurrence of decreased blood pressure and increased heart rate	Remain abnormal
Estimated blood loss	Minimal (<15 %)	Moderate and ongoing (15%–40%)	Severe (>40%)
Need for blood	Low	Moderate to high	Immediate
Blood preparation	Type and crossmatch	Type-specific	Emergency blood release
Need for operative intervention	Possibly	Likely	Highly likely
Early presence of surgeon	Yes	Yes	Yes

* Isotonic crystalloid solution, up to 1000 mL in adults; 20 mL/kg in children

Rapid Response

Pasien dalam kelompok ini, disebut sebagai “respon cepat”, dengan cepat merespon bolus cairan awal dan menjadi hemodinamik normal, tanpa tanda perfusi jaringan dan oksigenasi yang tidak adekuat. Setelah ini terjadi, dokter dapat memperlambat cairan ke tingkat pemeliharaan.

Pasien-pasien ini biasanya kehilangan kurang dari 15% volume darah mereka (perdarahan kelas I), dan tidak ada indikasi bolus cairan lebih lanjut atau pemberian darah segera. Namun, darah yang diketik dan dicocokkan harus tetap tersedia. Konsultasi dan evaluasi bedah diperlukan selama penilaian awal dan pengobatan responden cepat, karena intervensi operatif masih diperlukan.

Transient Response

Pasien pada kelompok kedua, "*Transient Response*" merespons bolus cairan awal. Namun, mereka mulai menunjukkan penurunan indeks perfusi karena cairan awal diperlambat ke tingkat pemeliharaan, menunjukkan baik kehilangan darah yang sedang berlangsung atau resusitasi yang tidak memadai. Sebagian besar pasien ini awalnya telah kehilangan sekitar 15% sampai 40% dari volume darah mereka (perdarahan kelas II dan III). Transfusi darah dan produk darah diindikasikan, tetapi yang lebih penting adalah mengenali bahwa pasien tersebut memerlukan kontrol

perdarahan operatif atau angiografi. Respon sementara terhadap pemberian darah mengidentifikasi pasien yang masih mengalami perdarahan dan memerlukan intervensi bedah yang cepat. Juga pertimbangkan untuk memulai protokol transfusi masif (MTP).

Minimal or No Response

Kegagalan untuk merespon kristaloid dan pemberian darah di UGD menentukan perlunya segera intervensi definitif (yaitu, operasi atau angioembolisasi) untuk mengontrol perdarahan. Pada kesempatan yang sangat jarang, kegagalan untuk merespon resusitasi cairan disebabkan oleh kegagalan pompa sebagai akibat dari trauma tumpul jantung, tamponade jantung, atau tension pneumotoraks. Syok non-hemoragik harus selalu dipertimbangkan sebagai diagnosis pada kelompok pasien ini (perdarahan kelas IV). Teknik pemantauan lanjutan seperti ultrasonografi jantung berguna untuk mengidentifikasi penyebab syok. MTP harus dimulai pada pasien ini.

Keputusan untuk memulai transfusi darah didasarkan pada respon pasien, seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya. Pasien yang merupakan penanggap sementara atau bukan penanggap memerlukan pRBC, plasma, dan trombosit sebagai bagian awal dari resusitasi mereka.

Darah Crossmatched, Tipe Spesifik, dan Tipe O-O

Tujuan utama transfusi darah adalah untuk mengembalikan kapasitas pengangkutan oksigen dari volume intravaskular. PRBC yang cocok silang sepenuhnya lebih disukai untuk tujuan ini, tetapi proses pencocokan silang yang lengkap membutuhkan sekitar 1 jam di sebagian besar bank darah. Untuk pasien yang stabil dengan cepat, pRBC yang dicocokkan silang harus diperoleh dan tersedia untuk transfusi bila diindikasikan.

Jika darah yang dicocokkan silang tidak tersedia, pRBC tipe O diindikasikan untuk pasien dengan perdarahan yang memberatkan. Plasma AB diberikan ketika plasma yang tidak cocok silang diperlukan. Untuk menghindari sensitisasi dan komplikasi di masa depan, pRBC Rh-negatif lebih disukai untuk wanita usia subur. Segera setelah tersedia, penggunaan pRBC tipe spesifik yang tak tertandingi lebih disukai daripada pRBC tipe O. Pengecualian untuk aturan ini adalah ketika banyak, korban tak dikenal dirawat secara bersamaan, dan risiko pemberian unit darah yang salah kepada pasien meningkat.

Mencegah Hipotermia

Hipotermia harus dicegah dan dibalik jika pasien mengalami hipotermia saat tiba di rumah sakit. Penggunaan penghangat darah di UGD sangat penting, meskipun tidak praktis. Cara paling efisien untuk mencegah hipotermia pada pasien yang menerima resusitasi kristaloid dan darah masif adalah dengan memanaskan cairan hingga 39°C (102,2°F) sebelum memasukkannya. Ini dapat dicapai dengan menyimpan kristaloid dalam penghangat atau memasukkannya melalui penghangat cairan intravena. Produk darah tidak dapat disimpan dalam penghangat, tetapi dapat dipanaskan dengan melewati penghangat cairan intravena.

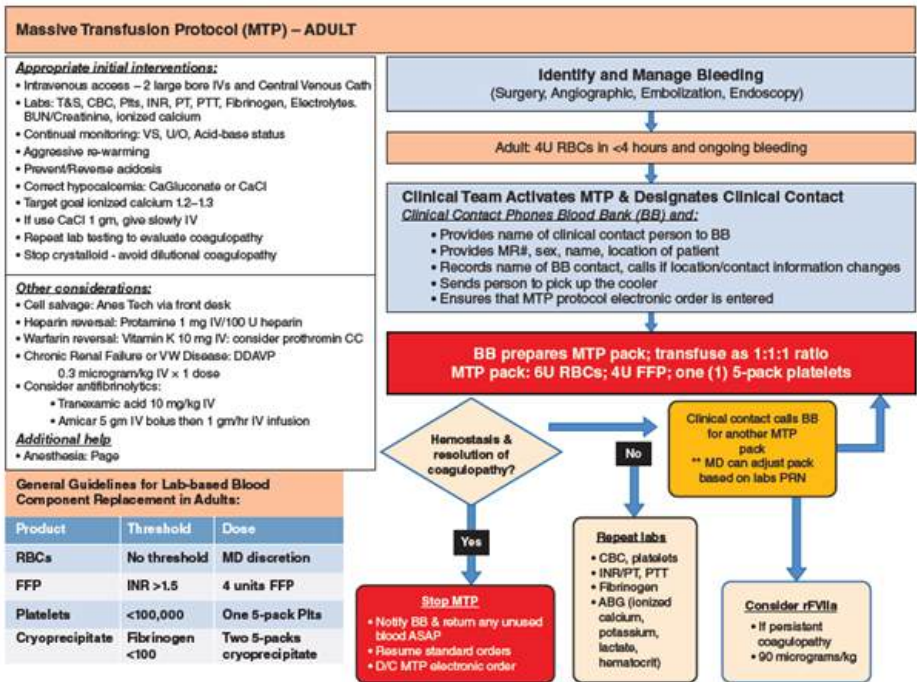
Autotransfusion

Adaptasi perangkat pengumpulan torakostomi tabung standar tersedia secara komersial, memungkinkan untuk pengumpulan steril, antikoagulasi (umumnya dengan larutan natrium sitrat daripada heparin), dan transfusi darah. Pertimbangkan pengambilan darah untuk autotransfusi pada pasien dengan hemotoraks masif. Darah ini umumnya hanya memiliki tingkat faktor koagulasi yang rendah, sehingga plasma dan trombosit mungkin masih diperlukan.

Massive Transfusion Protocol

Sebagian kecil pasien dengan syok akan memerlukan transfusi masif, paling sering didefinisikan sebagai > 10 unit pRBC dalam 24 jam pertama masuk atau lebih dari 4 unit dalam 1 jam. Pemberian awal pRBC, plasma, dan trombosit dalam rasio yang seimbang

Untuk meminimalkan pemberian kristaloid yang berlebihan dapat meningkatkan kelangsungan hidup pasien. Pendekatan ini disebut resusitasi “seimbang”, “hemostatik”, atau “pengendalian kerusakan”. Upaya simultan untuk mengontrol perdarahan dengan cepat dan mengurangi efek merugikan dari koagulopati, hipotermia, dan asidosis pada pasien ini sangat penting. MTP yang mencakup ketersediaan segera semua komponen darah harus tersedia untuk memberikan resusitasi yang optimal bagi pasien ini, karena sumber daya yang luas diperlukan untuk menyediakan darah dalam jumlah besar ini. Pemberian produk darah yang tepat telah terbukti meningkatkan hasil pada populasi pasien ini. Identifikasi sebagian kecil pasien yang mendapat manfaat dari ini dapat menjadi tantangan dan beberapa skor telah dikembangkan untuk membantu dokter dalam membuat keputusan untuk memulai MTP. Tidak ada yang terbukti benar-benar akurat.



Gambar 2. Massive transfusion protocol (MTP) from the University of Michigan's Level I Trauma Center.

Koagulopati

Cedera parah dan perdarahan mengakibatkan konsumsi faktor koagulasi dan koagulopati dini. Koagulopati seperti itu terjadi pada 30% pasien cedera parah saat masuk rumah sakit, tanpa adanya penggunaan antikoagulan sebelumnya. Resusitasi cairan masif dengan pengenceran yang dihasilkan dari trombosit dan faktor pembekuan, serta efek buruk hipotermia pada trombosit. Agregasi dan kaskade pembekuan, berkontribusi terhadap koagulopati pada pasien cedera.

Waktu protrombin, waktu tromboplastin parsial, dan jumlah trombosit adalah studi dasar yang berharga untuk diperoleh pada jam pertama, terutama pada pasien dengan riwayat gangguan koagulasi atau yang menggunakan obat yang mengubah koagulasi. Studi-studi ini mungkin juga berguna dalam merawat pasien yang mengalami perdarahan. Pengujian di tempat perawatan tersedia di banyak UGD. Tromboelastografi (TEG) dan tromboelastometri rotasional (ROTEM) dapat membantu dalam menentukan defisiensi pembekuan dan komponen darah yang tepat untuk memperbaiki defisiensi tersebut.

Beberapa yurisdiksi menggunakan asam traneksamat dalam tatalaksana pra-rumah sakit untuk pasien yang terluka parah dalam menanggapi studi terbaru yang menunjukkan peningkatan kelangsungan hidup ketika obat ini diberikan dalam waktu 3 jam dari cedera. Dosis pertama biasanya diberikan selama 10 menit dan diberikan di lapangan; selanjutnya dosis 1 gram diberikan setelah 8 jam.

Pada pasien yang tidak memerlukan transfusi masif, penggunaan trombosit, kriopresipitat, dan plasma beku segar harus dipandu oleh studi koagulasi, bersama dengan tingkat fibrinogen dan prinsip resusitasi seimbang. Sebagai catatan, banyak agen antikoagulan dan antiplatelet yang lebih baru tidak dapat dideteksi dengan pengujian konvensional PT, PTT, INR, dan jumlah trombosit. Beberapa antikoagulan oral tidak memiliki agen pembalikan. Pasien dengan cedera otak besar sangat rentan terhadap kelainan koagulasi. Parameter koagulasi perlu dipantau secara ketat pada pasien ini; pemberian awal plasma atau faktor pembekuan dan/atau trombosit meningkatkan kelangsungan hidup jika mereka menggunakan antikoagulan atau agen antiplatelet yang diketahui.

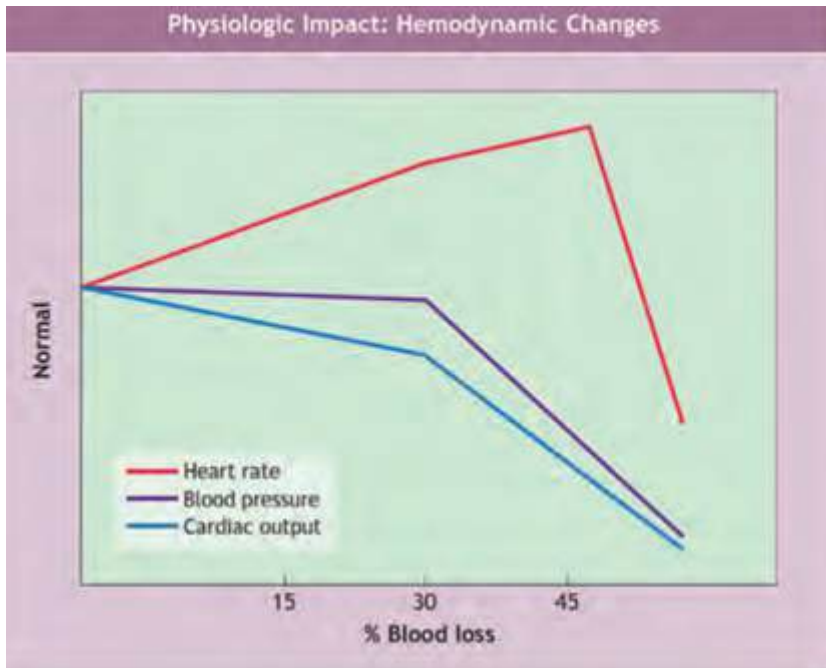
Pemberian Kalsium

Kebanyakan pasien yang menerima transfusi darah tidak membutuhkan suplemen kalsium. Bila perlu, pemberian kalsium harus dipandu oleh pengukuran kalsium terionisasi. Pemberian kalsium yang berlebihan bisa berbahaya.

2. Syok Pada Anak

Faktor kunci dalam mengevaluasi dan mengelola sirkulasi pada pasien trauma pediatrik termasuk mengenali gangguan sirkulasi, secara akurat menentukan berat dan volume sirkulasi pasien, memperoleh akses vena, memberikan cairan resusitasi dan/atau penggantian darah, menilai kecukupan resusitasi, dan mencapai termoregulasi.

Cedera pada anak-anak dapat menyebabkan kehilangan darah yang signifikan. Cadangan fisiologis yang meningkat pada anak memungkinkan untuk mempertahankan tekanan darah sistolik dalam kisaran normal, bahkan dengan adanya syok (Gambar 3). Penurunan volume darah sirkulasi hingga 30% mungkin diperlukan untuk menunjukkan penurunan tekanan darah sistolik anak. Hal ini dapat menyesatkan dokter yang tidak terbiasa dengan perubahan fisiologis halus yang dimanifestasikan oleh anak-anak dengan syok hipovolemik. Takikardia dan perfusi kulit yang buruk seringkali merupakan satu-satunya kunci untuk pengenalan dini hipovolemia dan inisiasi awal resusitasi cairan yang tepat. Bila memungkinkan, penilaian awal oleh ahli bedah sangat penting untuk perawatan yang tepat dari anak-anak yang terluka.



Gambar 3. Dampak Fisiologis Perubahan Hemodinamik pada Pasien Anak.

Meskipun respons utama anak terhadap hipovolemia adalah takikardia, tanda ini juga dapat disebabkan oleh rasa sakit, ketakutan, dan stres psikologis. Tanda-tanda lain yang lebih halus dari kehilangan darah pada anak-anak termasuk melemahnya nadi perifer secara progresif, penyempitan tekanan nadi hingga kurang dari 20 mm Hg, bintik-bintik kulit (yang menggantikan kulit lembab pada bayi dan anak kecil), ekstremitas dingin dibandingkan dengan kulit batang tubuh, dan penurunan tingkat kesadaran dengan respon tumpul terhadap nyeri. Penurunan tekanan darah dan indeks lain dari perfusi organ yang tidak memadai, seperti haluaran urin, harus dipantau secara ketat, tetapi umumnya berkembang kemudian. Perubahan fungsi organ vital menurut derajat kehilangan volume diuraikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Respons Sistemik Terhadap Kehilangan Darah Pada Pasien Anak.

SYSTEM	MILD BLOOD VOLUME LOSS (<30%)	MODERATE BLOOD VOLUME LOSS (30%-45%)	SEVERE BLOOD VOLUME LOSS (>45%)
Cardiovascular	Increased heart rate; weak, thready peripheral pulses; normal systolic blood pressure ($80 - 90 + 2 \times \text{age in years}$); normal pulse pressure	Markedly increased heart rate; weak, thready central pulses; absent peripheral pulses; low normal systolic blood pressure ($70 - 80 + 2 \times \text{age in years}$); narrowed pulse pressure	Tachycardia followed by bradycardia; very weak or absent central pulses; absent peripheral pulses; hypotension ($<70 + 2 \times \text{age in years}$); narrowed pulse pressure (or undetectable diastolic blood pressure)
Central Nervous System	Anxious; irritable; confused	Lethargic; dulled response to pain*	Comatose
Skin	Cool, mottled; prolonged capillary refill	Cyanotic; markedly prolonged capillary refill	Pale and cold
Urine Output ^b	Low to very low	Minimal	None

*A child's dulled response to pain with moderate blood volume loss may indicate a decreased response to IV catheter insertion.
^bMonitor urine output after initial decompression by urinary catheter. Low normal is 2 ml/kg/hr (infant), 1.5 ml/kg/hr (younger child), 1 ml/kg/hr (older child), and 0.5 ml/kg/hr (adolescent). IV contrast can falsely elevate urinary output.

Rata-rata tekanan darah sistolik normal untuk anak-anak adalah 90 mm Hg ditambah dua kali usia anak dalam tahun. Batas bawah tekanan darah sistolik normal pada anak adalah 70 mm Hg ditambah dua kali usia anak dalam tahun. Tekanan diastolik harus sekitar dua pertiga dari tekanan darah sistolik. (Fungsi vital normal menurut kelompok umur tercantum dalam n TABEL 10-5.) Hipotensi pada anak menunjukkan keadaan syok dekompensasi dan menunjukkan kehilangan darah yang parah lebih dari 45% volume darah yang bersirkulasi. Perubahan takikardia menjadi bradikardia sering menyertai hipotensi ini, dan perubahan ini dapat terjadi secara tiba-tiba pada bayi. Perubahan fisiologis ini harus ditangani dengan infus cepat kristaloid isotonik dan darah.

Tabel 5. Fungsi Vital Normal Berdasarkan Kelompok Usia

AGE GROUP	WEIGHT RANGE (in kg)	HEART RATE (beats/min)	BLOOD PRESSURE (mm Hg)	RESPIRATORY RATE (breaths/min)	URINARY OUTPUT (mL/kg/hr)
Infant 0-12 months	0-10	<160	>60	<60	2.0
Toddler 1-2 years	10-14	<150	>70	<40	1.5
Preschool 3-5 years	14-18	<140	>75	<35	1.0
School age 6-12 years	18-36	<120	>80	<30	1.0
Adolescent ≥13 years	36-70	<100	>90	<30	0.5

Penentuan Berat dan Volume Darah yang Bersirkulasi

Seringkali sulit bagi petugas UGD untuk memperkirakan berat badan anak, terutama jika mereka tidak sering merawat anak. Metode paling sederhana dan tercepat untuk menentukan berat badan anak untuk menghitung volume cairan dan dosis obat secara akurat adalah dengan bertanya kepada pengasuh. Jika pengasuh tidak tersedia, pita resusitasi berbasis panjang sangat membantu. Alat ini dengan cepat memberikan perkiraan berat badan anak, laju pernapasan, volume resusitasi cairan, dan berbagai dosis obat. Metode untuk memperkirakan berat badan dalam kilogram adalah rumus $([2 \times \text{umur dalam tahun}] + 8)$ atau $([\text{umur dalam bulan} : 2] + 4)$

Tujuan resusitasi cairan adalah untuk mengganti volume sirkulasi dengan cepat. Volume darah bayi dapat diperkirakan 80 mL/kg, dan anak usia 1-3 tahun pada 75 mL/kg, dan anak di atas usia 3 tahun pada 70 mL/kg.

Resusitasi Cairan dan Pengganti Darah

Resusitasi cairan untuk anak-anak yang cedera didasarkan pada berat badan, dengan tujuan menggantikan volume intravaskular yang hilang. Bukti perdarahan dapat terlihat dengan hilangnya 25% volume darah sirkulasi anak. Strategi resusitasi cairan awal untuk trauma anak yang direkomendasikan dalam ATLS adalah pemberian larutan kristaloid isotonic hangat secara intravena sebagai bolus awal 20 mL/kg, diikuti dengan satu atau dua tambahan bolus kristaloid isotonic 20 mL/kg sambil menunggu respon fisiologis anak. Jika anak menunjukkan bukti perdarahan yang sedang berlangsung setelah bolus kristaloid kedua atau ketiga, 10 mL/kg *Packed Red Cell* (PRC) dapat diberikan.

Kemajuan terbaru dalam resusitasi trauma pada orang dewasa dengan syok hemoragik telah menghasilkan perubahan dari resusitasi kristaloid ke “*damage control resuscitation*,” yang terdiri dari penggunaan cairan kristaloid secara terbatas dan pemberian awal rasio seimbang PRC, *Fresh Frozen Plasma* (FFP) dan *Thrombocyte Concentrate* (TC). Pendekatan ini tampaknya mengganggu trias kematian hipotermia, asidosis, dan koagulopati akibat trauma, dan telah dikaitkan dengan hasil yang lebih baik pada orang dewasa yang terluka parah.

Telah ada pergerakan di pusat trauma pediatrik di Amerika Serikat menuju strategi resusitasi produk darah seimbang restriktif kristaloid pada anak-anak dengan bukti syok hemoragik, meskipun penelitian yang diterbitkan mendukung pendekatan ini masih kurang pada saat publikasi ini. Prinsip dasar dari strategi ini adalah 20 mL/kg bolus kristaloid isotonik awal diikuti dengan resusitasi produk darah berdasarkan berat badan dengan 10-20 mL/kg PRC dan 10-20 mL/kg FFP dan TC, biasanya sebagai bagian dari MTP pediatrik. Sejumlah penelitian terbatas telah mengevaluasi penggunaan MTP berbasis darah untuk anak-anak yang terluka, tetapi para peneliti belum dapat menunjukkan keuntungan bertahan hidup. Untuk fasilitas tanpa akses langsung ke produk darah, resusitasi kristaloid tetap merupakan alternatif yang dapat diterima sampai transfer ke fasilitas yang sesuai.

Pantau dengan hati-hati anak-anak yang terluka untuk menanggapi resusitasi cairan dan kecukupan perfusi organ. Kembalinya ke normalitas hemodinamik ditunjukkan oleh:

- Perlambatan denyut jantung (sesuai usia dengan perbaikan tanda-tanda fisiologis lainnya)
- Membersihkan sensorium
- Kembalinya denyut perifer
- Kembalinya warna kulit normal
- Peningkatan kehangatan ekstremitas
- Peningkatan tekanan darah sistolik dengan kembali ke normal sesuai usia
- Peningkatan tekanan nadi (>20 mm Hg)
- Produksi urin 1 sampai 2 mL/kg/jam (tergantung usia)

Anak-anak umumnya memiliki satu dari tiga respons terhadap resusitasi cairan:

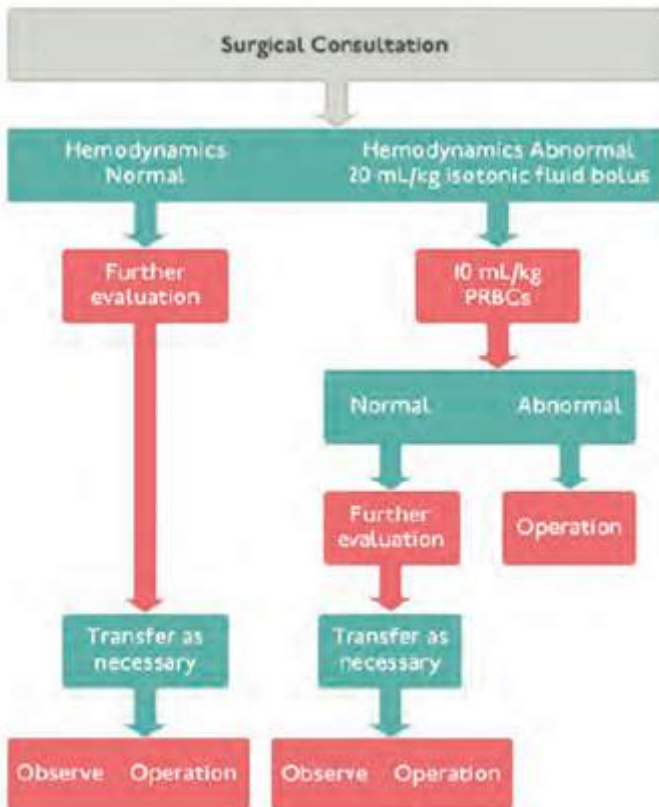
1. Kondisi sebagian besar anak akan distabilkan dengan menggunakan cairan kristaloid saja, dan darah tidak diperlukan; anak-anak ini dianggap sebagai “**responders**.” Beberapa anak merespons kristaloid dan resusitasi darah; anak-anak ini juga dianggap sebagai responden.
2. Beberapa anak memiliki respons awal terhadap cairan kristaloid dan darah, tetapi kemudian terjadi perburukan; kelompok ini disebut “**transient responders**.”
3. Anak-anak lain tidak berespon sama sekali terhadap cairan kristaloid dan infus darah; kelompok ini disebut sebagai “**nonresponders**.”

Transient responders dan **non responder** adalah kandidat untuk diberikan infus cepat produk darah tambahan, aktivasi MTP, dan pertimbangan untuk operasi awal. Mirip dengan praktik resusitasi orang dewasa, pemberian produk darah lebih

awal pada pasien refrakter mungkin tepat. Diagram alir resusitasi merupakan bantuan yang berguna dalam pengobatan awal anak-anak yang cedera (Gambar 4).

Produksi Urin

Keluaran urin bervariasi menurut usia dan ukuran: Sasaran keluaran untuk bayi adalah 1-2 mL/kg/jam; untuk anak-anak di atas usia satu hingga remaja, tujuannya adalah 1-1,5 mL/kg/jam; dan 0,5 mL/kg/jam untuk remaja. Pengukuran output urin dan berat jenis urin adalah metode yang dapat diandalkan untuk menentukan kecukupan volume resusitasi. Ketika volume darah yang bersirkulasi telah dipulihkan, haluaran urin harus kembali normal. Penyisipan kateter urin memfasilitasi pengukuran output urin anak yang akurat untuk pasien yang menerima resusitasi volume besar



Gambar 4. Diagram Resusitasi untuk Pasien Anak dengan hemodinamik normal dan abnormal

Tabel 6. Agen Vasoaktif yang Umum Digunakan (semua vasopresor meningkatkan kebutuhan oksigen miokard; sebagian besar harus dititrasasi sampai efek yang diinginkan).

Drug	Dose	Action	Cardiac Contractility	Vasoconstriction	Vasodilation	Cardiac Output
Dobutamine	2.0–20.0 micrograms/kg/min	β_1 , some β_2 and α_1 in large dosages	++++	+	++	Increases
Side effects and comments	Inotrope only; Causes tachyarrhythmias, occasional GI distress, hypotension in volume-depleted patients; has less peripheral vasoconstriction than dopamine; can cause fewer arrhythmias than Isoproterenol					
Dopamine	0.5–20 micrograms/kg/min	α , β , and dopaminergic	++ at 2.5–5 micrograms/kg/min	++ at 5–20 micrograms/kg/min	+ at 0.5–2.0 micrograms/kg/min	Usually increases
Side effects and comments	Tachyarrhythmias; a cerebral, mesenteric, coronary, and renal vasodilator at low doses; Surviving Sepsis Campaign second line, lot of overlap with α/β /dopaminergic receptors and dose; can be given through a peripheral IV					
Epinephrine	2–10 micrograms/min	α and β	++++ at 0.5–8 micrograms/kg/min	++++ at >8 micrograms/kg/min	+++	Increases
Side effects and comments	Causes tachyarrhythmia, leukocytosis; increases myocardial oxygen consumption; may increase lactate; no real maximum dose					
Isoproterenol	0.01–0.05 micrograms/kg/min	β_1 and some β_2	++++	0	++++	Increases
Side effects and comments	Inotrope; causes tachyarrhythmia, facial flushing, hypotension in hypovolemic patients; increases myocardial oxygen consumption; never use alone in shock					
Norepinephrine	0.5–50 micrograms/min	Primarily α , some β_1	++	++++	0	Slightly increases
Side effects and comments	Useful when loss of venous tone predominates; first-line agent for most situations; should be given through a central line					
Phenylephrine	10–200 micrograms/min	Pure α	0	++++	0	Decreases
Side effects and comments	Reflex bradycardia, headache, restlessness, excitability, rarely arrhythmias; can be used on patients in shock with tachycardia or supraventricular arrhythmias; not good comparatively for septic shock					
Vasopressin	0.01–0.04 units/min	Directly stimulates V ₁ receptor on smooth muscle	0	++++	0	0
Side effects and comments	Primarily vasoconstriction; usually started at max dose and not titrated					

Note: 0 = no effect; + = mild effect; ++ = moderate effect; +++ = marked effect; ++++ = very marked effect.

Daftar Pustaka

- American College of Surgeons, 2012. Advanced Trauma Life Support: Student Course Manual, 10th ed. Chicago.
- Hagberg, C.A., 2012. Benumof and Hagberg's Airway Management, 3rd ed. Elsevier Health Sciences, Philadelphia.
- ITLS, 2016. International Trauma Life Support for Emergency Care Providers, Global Edition.
- Nishimura, M., 2019. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy Devices. *Respiratory Care* 64, 735–742. <https://doi.org/10.4187/respcare.06718>
- Walls, R.M., Murphy, M.F., 2012. Manual of Emergency Airway Management, 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Tintinalli, J.E., Stapczynski, J.S., Ma, O.J., Cline, D.M., Meckler, G.D., 2016. Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, 8th edition. McGraw Hill Professional.