

VENTILAÇÃO PULMONAR BÁSICA E AVANÇADA

Neste módulo veremos:

1. Indicações de oxigênio e ventilação
2. Noções básicas de oxigênio e sua monitoração
3. Ventilação NÃO Invasiva
4. Ventilação Invasiva e desmame

1. INDICAÇÕES DE OXIGÊNIO E VENTILAÇÃO

Após a abertura da via aérea (ver capítulo de vias aéreas) temos basicamente 2 opções de assistência ventilatória e oxigênio, que se subdividem:

1. Paciente ventila espontaneamente

- a. **Sem esforço com $SaO_2p > 92\%$** = Manter vias aéreas abertas.
- b. **Com esforço e $SaO_2p < 92\%$** = Manter vias aéreas abertas e iniciar suplementação de oxigênio (cateteres e mascarar de O₂ – ventilação não invasiva). Neste caso o paciente deverá possuir estabilidade hemodinâmica, ausência de indicação de TOT (Proteção das VAS ou toaleta respiratória) e ausência de trauma de face.
- c. **Com esforço e $SaO_2p < 92\%$ (ou 90% na gasometria arterial), mesmo após suplementação de oxigênio** = via aérea invasiva (TOT ou ML) + prótese respiratória com sedação e analgesia.

2. Paciente **não** ventila espontaneamente (apnéia) ou agônico = iniciar ventilação controlada (boca-a-boca/mascara), providenciar via aérea invasiva e avaliar circulação.

Sinais clínicos de insuficiência respiratória ou desconforto respiratório

- Dispnéia, taquipnéia, bradipnéia ou apnéia.
- Cianose central.
- Utilização de musculatura acessória e retrações de musculatura respiratória.
- Respiração ruidosa ou sibilos.
- Sudorese e angústia.
- Expansão irregular do tórax.

2. NOÇÕES BÁSICAS DE OXIGÊNIO E SUA MONITORAÇÃO

Composição gasosa do ar ambiente - Ao nível do mar o oxigênio representa 21% dos gases existentes no ar ambiente que respiramos, ficando o Nitrogênio (N) com 78% e o dióxido de carbono (CO₂) com 0.033%. Na expiração o ar possui 17% de O₂, 78% de Nitrogênio e 4% de CO₂.

Como e porque utilizar o oxigênio - Em uma pessoa normal o oxigênio respirado (21%) é suficiente para nutrir as células de todo organismo. Em situações de hipóxia a quantidade de O₂ no sangue se reduz. Nestas situações, aumentar a oferta de oxigênio de 21% (ar ambiente) para 40 a 75% é uma grande ajuda.

Como isto funciona? Ao colocar um cateter ou máscara de oxigênio em um paciente estamos oferecendo um fluxo de ar respectivamente de 5 ou 15 litros/minuto como indicam o seu uso. Considerando que o volume de ar inspirado a cada respiração é em média de +/- 500 ml em um adulto e que este adulto respira em média 12 vezes por minuto, temos um volume de ar inspirado por minuto de 500 ml X 12 ciclos = 6 litros/min. Quando colocamos um cateter de O₂ a 5 litros/min em uma vítima, este O₂ a 100% irá preencher a cavidade nasofaríngea. Esta cavidade pode conter um máximo de 100 ml. A cada respiração ocorre a entrada aproximada de 400 ml de O₂ a 21% que se soma a 100ml de O₂ a 100% (no caso do cateter), resultando em um aumento da fração de O₂ inspirado (FiO₂) que pode nestes casos chegar ao máximo de 40% em adultos. De nada adiantará utilizar maiores quantidades de O₂ a 100% que 5 litros pelo cateter nasofaríngeo, já que a cavidade nasofaríngea não tem condições de armazenar maiores quantidades. Portanto quando necessitamos ofertar maiores frações inspiradas de O₂, o artifício que utilizamos é aumentar a cavidade nasofaríngea. Para isto utilizamos uma máscara que pode dependendo do modelo, aumentar o reservatório em mais 100 a 150 ml. A quantidade de O₂ no ar inspirado (FiO₂) variam inversamente com a frequência respiratória e com o volume inspirado, ou seja, quanto maior a frequência respiratória ou o volume inspirado, menor será a fração inspirada de oxigênio (FiO₂) que conseguiremos fornecer.

Os riscos de utilizar o oxigênio a 100% - O oxigênio quando respirado a 100% é tóxico. Utilizado em altas concentrações, lesa o tecido pulmonar com prejuízo do pneumócito II e conseqüente baixa de produção do surfactante. A FiO₂ a 100% por mais de 12 horas resulta em dor torácica à inspiração profunda, irritação brônquica, tosse, dispnéia, redução da capacidade vital e aumento do shunt pulmonar. Os fatores responsáveis pela toxicidade do oxigênio são os seus radicais livres, como o superóxido(O₂-), H₂O₂, OH- e o oxigênio "singlet". Com o desaparecimento do Nitrogênio do ar inspirado ao utilizar O₂ a 100%, os alvéolos ficam instáveis e com tendência ao colapamento acarretando em zonas pulmonares não ventiladas, aumentando o shunt pulmonar. O oxigênio é uma droga, e uma droga cara, não o utilize sem indicação.

CILINDRO DE OXIGÊNIO

O cilindro contém oxigênio a 100%, na forma líquida sob pressão. Deve conter um mínimo de 400 litros de oxigênio para que permita uma autonomia de fornecer 15 litros por minuto durante no mínimo 20 minutos. Tempo este suficiente para que a vítima seja atendida ou transportada.

O O₂ puro (100%) é obtido pela destilação fracionada do ar. O ar é filtrado primeiro para retirar impurezas. É então comprimido a altas pressões e seco para retirar o vapor d'água. Para liquefazer o gás ele é esfriado a baixas temperaturas e então é permitido o reaquecimento lento. Quando ele é reaquecido, os vários componentes do ar (O₂, N) são capturados e armazenados separadamente em containers quando atingem pontos de ebulição diferentes. Existem basicamente 3 diferentes tipos de O₂ para utilização: Medicinal, Aviação, e Industrial, que diferem entre si pelo seu grau de pureza, mas todos tem acima de 99,5% de O₂ em sua composição. O O₂ da aviação não pode congelar em altas altitudes e o O₂ médico não pode ter odor nenhum, já o O₂ para uso industrial permite um maior grau de impurezas. O oxigênio medicinal é um gás incolor, inodoro e sem gosto.

Fórmula para calcular a autonomia do cilindro em minutos: Exemplo: Você possui um cilindro com 400 litros e vai utilizar O₂ por cateter a 5 litros/min. Quanto tempo vai durar seu cilindro? O resultado pode ser encontrado se dividir 400 por 5 = 80 minutos.

O cilindro pode ser feito de alumínio ou aço e deve ser testado a cada 2 a 10 anos dependendo das leis vigentes no país. O cilindro no Brasil e EUA têm a cor verde para evitar o uso indevido para outros propósitos.

Registro de O₂ do Cilindro - Registro que tem a função de abrir ou fechar a saída de oxigênio do cilindro.

Regulador de Oxigênio do cilindro

O regulador de oxigênio reduz a pressão do cilindro a pressões seguras para uso com o equipamento de fluxo constante ou válvula de demanda. Todos os reguladores são acoplados ao cilindro de O₂. O regulador é formado pela sua característica de fluxo (constante ou de demanda), manômetro, chave de fixação, adaptador a saída de O₂ e válvula de segurança, descritos em seguida.

Existem 2 tipos básicos de reguladores para ofertar O₂:

❖ **Regulador de Fluxo Constante ou Fluxômetro** - tem o menor custo de equipamento embora permita maior gasto de oxigênio quando utilizado de forma errada. Oferta O₂ de forma fixa (desligado {off}, 5, 10, 15, 20 e 25 litros/min) ou ajustáveis (0 a 15 litros/min). O fluxômetro indica o fluxo de O₂ em litros por minuto que sai do cilindro para o exterior. Existem fluxômetros que podem ofertar até 25 litros/min, entretanto o mais usual é um máximo de 15 litros/min. O fluxômetro em tubo com regulador

variável de 0 a 15 l/m deve ficar na posição vertical. Fluxômetros fixos que funcionam com valores pré-determinados podem funcionar em qualquer posição.

- ❖ **Regulador de demanda ou ressuscitador** - Libera O₂ sob pressão quando a válvula de demanda é acionada pelo esforço respiratório da vítima (semelhante ao regulador do equipamento de mergulho) ou pelo socorrista no caso do ressuscitador. É utilizado com a máscara oro-nasal podendo ou não ser acoplado a uma bolsa reservatório de O₂ e dispensando o uso da bolsa auto-inflável. Funciona como se fosse um respirador mecânico sem, no entanto parâmetros confiáveis.

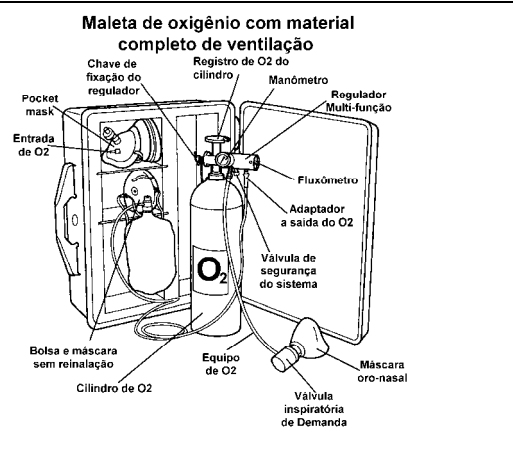
Fazem parte do regulador os equipamentos abaixo:

- **Manômetro (Pressure Gauge)** - Indica a pressão de O₂ dentro do cilindro, indicando qual a quantidade de O₂ que resta. Para saber a quantidade, verifique a capacidade no corpo do cilindro, isto lhe informará o conteúdo de O₂.
- **Chave de fixação do regulador (T-handle)** - Serve para fixar o regulador ao cilindro. Existem diferentes formatos disponíveis. Se houver dúvidas consulte o manual do regulador.
- **Adaptador a Saída de O₂ (barbed constant-flow outlet)** - Sistema plástico que se adapta a saída do oxigênio.

Válvula de Segurança do Sistema - funciona como uma válvula de pressão que se abre para o exterior permitindo a pressão do sistema sair caso esta pressão se torne por qualquer razão maior do que a necessária e, portanto perigosa.

RELAÇÃO DE MATERIAL DE OXIGENIO EM MALETA

- Cilindro de O₂ com registro
- Chave de fixação do regulador
- Manômetro
- Regulador de Fluxo Constante ou Fluxômetro
- Equipo de oxigênio
- Cateter nasal de O₂ e máscara oro-nasal com entrada de oxigênio



COMO INSTALAR O REGULADOR FLUXÔMETRO NO CILINDRO DE O₂

1. Ao receber o cilindro de O₂ verifique se o lacre de plástico do fornecedor esta intacta.
2. Retire o lacre do cilindro que se encontra em volta do registro.

3. Cheque se o anel de vedação do regulador esta no local (sem graxa ou óleo) onde fará a conexão ao cilindro e se esta em condições apropriadas.
4. Posicione o regulador de forma que a parte da saída de O₂ do cilindro e a parte do regulador onde se conectará estejam firmes.
5. Utilize a chave de fixação do regulador para prendê-lo de forma firme ao cilindro.
6. Instale o equipo de O₂ a saída de O₂ do regulador perto da chave do fluxômetro.

INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE OXIGÊNIO

- Mantenha o equipamento no local onde será utilizado e de forma fácil ao acesso.
- Teste o equipamento diariamente abrindo devagar o registro do cilindro até completar a manobra e verifique vazamentos.
- Abra o fluxômetro e verifique a saída de O₂ pelo equipo.
- Mantenha o registro do cilindro fechado e a posição do fluxômetro em fechado ou “off” até a sua utilização.

CUIDADOS COM OS EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO

- Mantenha sempre o material em locais com pouca umidade
- Mantenha o material em boas condições de limpeza.
- Só utilize o equipamento (cilindro) com oxigênio (O₂).
- Lembre-se que o oxigênio sob alta pressão é um produto que facilita muito a combustão. O O₂ não é por si um gás inflamável, porém todas as substancias necessitam de O₂ para queimar e podem queimar violentamente em ambiente com O₂ puro. O triângulo do fogo é formado por 3 elementos - Oxigênio + substancia combustível + fogo. Tenha certeza de não utilizar óleo ou graxa ou lubrificantes no cilindro, e evite o sol ou a abertura rápida do registro do cilindro que pode provocar faísca.
 - ◇ Não o utilize perto do calor ou fogo
 - ◇ Não fume perto do equipamento
 - ◇ Evite expor o cilindro a temperaturas > 52^oC.
 - ◇ Evite guardar o cilindro em local confinado - permita sempre a ventilação.
 - ◇ Não utilize óleo ou graxa em qualquer parte do equipamento
- Recarregue o cilindro de O₂ após cada uso.
- Evite transportar o cilindro pelo regulador ou registro.

- Sempre abra o registro do cilindro devagar.
- Sempre feche o registro do cilindro após o uso ou caso esteja vazio.
- Manuseie o equipamento com cuidado evitando quedas.
- Não utilize produtos de limpeza como detergentes ou outros para limpar o material. Utilize apenas um pano limpo e molhado com água limpa ou álcool.
- Não esterilize os componentes do cilindro em autoclave, soluções esterilizantes ou outros.
- Retorne o regulador ao fabricante para revisão a cada 5 anos ou em caso de dano a alguma peça.
- Mantenha o regulador limpo, fora do cilindro, em um saco plástico, durante o tempo que não estiver usando.

MONITORAÇÃO DO OXIGENIO SANGUINEO

Oximetria de pulso - O oxímetro de pulso calcula a razão entre a hemoglobina reduzida e oxigenada no sangue arterial, é considerado como o monitor mais importante a ser utilizado na pratica para averiçao do oxigênio sanguíneo.

- **Técnica:** Utiliza um probe (explorador) que emite luz vermelha e infra-vermelha em um determinado comprimento de onda e um fotodetector, que são colocados em lados opostos de um dedo. O aparelho calcula através da diferença entre a absorção de vermelho e infra-vermelho da hemoglobina humana oxigenada e reduzida, a proporção existente no sangue arterial entre os dois tipos de hemoglobina. A precisão nas leituras é de aproximadamente 4% para mais ou menos em valores de saturação situados entre 70 e 95%.
- **Vantagens sobre a gasometria arterial:** A monitorização da saturação periférica de oxigênio arterial(SaO₂p) através da oximetria de pulso identifica e confirmar rapidamente a boa ventilação e hematose do paciente. Ele ainda proporciona dados contínuos, tempo de resposta rápido, portabilidade, e simplicidade. A confiabilidade pode ser maior quando se emprega aparelhos que possuem indicações e alarmes para baixa saturação da hemoglobina, taquisfigmia, bradisfigmia, desposicionamento do probe e desaparecimento da captação do pulso.
- **Limitações:** Alguns fatores podem causar uma leitura incorreta dos níveis de SaO₂p. A hipotermia e a vasoconstricção com ou sem hipotensão, produzem um sinal de baixa qualidade. Muitos oxímetros são programados para não efetuar leituras com captação ruim do pulso. Os oxímetros convencionais não diferenciam a hemoglobina ligada ao monóxido de carbono

(carboxihemoglobina) da hemoglobina oxigenada. Em pacientes severamente anêmicos ($Hb < 5$ mg/dl) os valores obtidos são menos confiáveis.

- **Erros na leitura e aferição:** Probe mal posicionado, movimento ou vibração, vasoconstricção, hipotermia, durante PCR, hipotensão arterial, obstrução circulatória, esmalte de unha, interferência da luz ambiente, carboxihemoglobina, e metemoglobina.

Gasometria arterial – é a forma mais confiável de averiguar a condição de oxigenação e acido-base do paciente. É ideal realizar ao menos 1 coleta a chegada do paciente, para estabelecer junto com o oxímetro de pulso uma comparação de saturação do oxigênio. Se o estado acido-base estiver normal, o oxímetro de pulso poderá ser usado sem demandar novas coletas arteriais.

3. VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA (abordado com mais detalhe em capítulo próprio)

3.1 - CATETER NASAL OU NASOFARINGEO DE OXIGÊNIO

Tubo simples de material plástico que é aplicado no nariz com 2 saídas para as duas narinas ou cateter com saída única a ser introduzido em uma narina a profundidade aproximada de 5 a 8 cm até a orofaringe. Fornece quantidades de O_2 (FiO_2) aproximadas de:

- 1 litro/min = +/- 24% de O_2
- 2 litro/min = +/- 28% de O_2
- 3 litro/min = +/- 32% de O_2
- 4 litro/min = +/- 36% de O_2
- 5 litro/min = +/- 40% de O_2

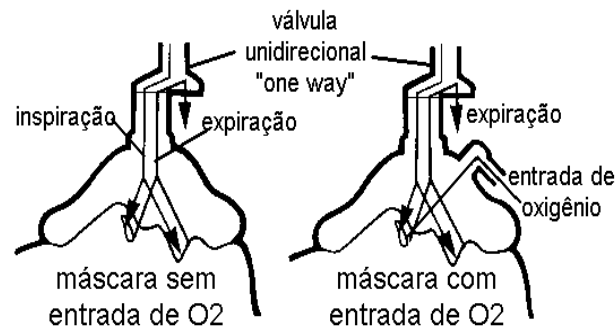
3.2 - MÁSCARA ORO-NASAL

3.2.1 - Máscara simples com Entrada de O_2

Pode ser utilizado para fornecer a ventilação boca-a-boca/máscara (máscara de ressuscitação - evita o contato com a vítima - barreira de proteção) em vítimas com parada respiratória ou PCR e ainda permite ofertar O_2 à vítimas que ainda estejam respirando (ver uso com oxigênio mais adiante).

Em casos de parada respiratória ou PCR a “Pocket Mask” com entrada de O_2 (“oxygen inlet”) a 15 litros/min pode ofertar até 60% com o boca-a-boca/máscara ao invés dos 17% quando não se utiliza o O_2 acoplado à máscara. Possui ainda uma opção chamada válvula unidirecional que só permite a saída do ar

em uma direção (para fora da máscara) impedindo que o socorrista entre em contato com o ar expirado da vítima, assim como vômitos. **Pode ofertar 35 a 60% de oxigênio.**

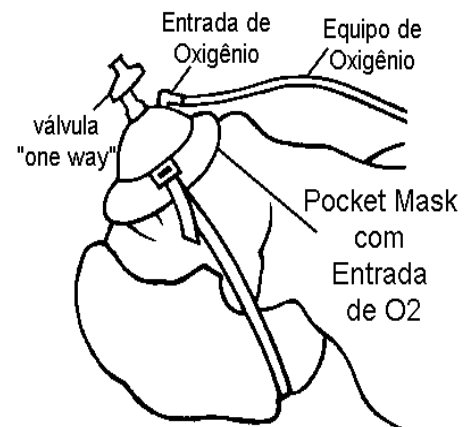


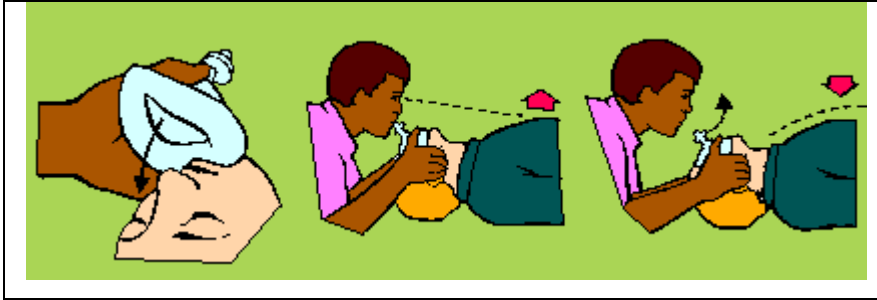
Este tipo de máscara deve possuir as seguintes características:

- Material transparente e macio para melhor adaptação a face.
- Entrada para oxigênio.
- Válvula unidirecional (“one way”).
- Entrada para ventilação adequada com diâmetro de 15 a 22 mm.
- Ser simples de colocar e usar.
- Funcionar em diferentes condições de ambiente.
- Adaptar em diferentes faces ou idades.

Como adaptar a máscara a face:

- Coloque a válvula unidirecional (“one way”) na máscara.
- Posicione a máscara cobrindo a boca e o nariz da vítima de forma que a parte inferior da máscara fique entre o queixo e o lábio inferior.
- A parte mais estreita da máscara deverá ficar no nariz (exceto em lactentes).
- O socorrista se posiciona por trás da vítima e utiliza suas duas mãos para ao mesmo tempo, hiperextender o pescoço abrindo as vias aéreas e manter uma boa adaptação da máscara a face, para que não ocorra vazamentos de ar no caso de necessitar ventilar boca-a-boca/máscara.
- Se houver suspeita de TRM, não hiperextenda o pescoço, realize apenas o levantamento da mandíbula colocando os dedos no ângulo da mandíbula e os polegares fixando a máscara à face.
- Em caso de parada respiratória, proceda a ventilação com a máscara com a mesma força e frequência de um boca-a-boca (ver capítulo de Suporte Básico de Vida).



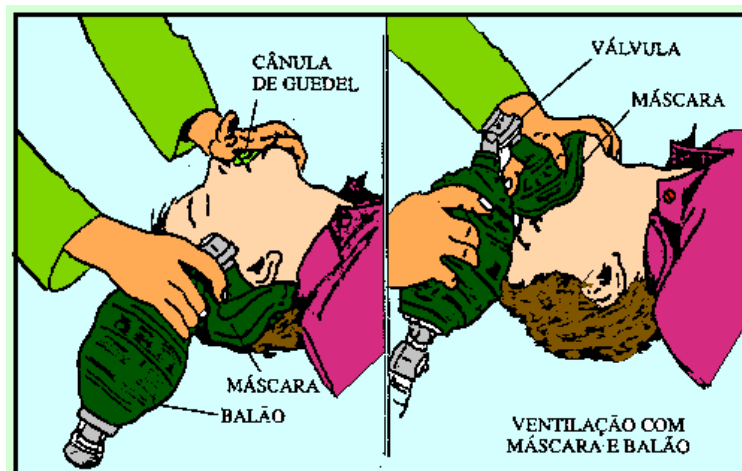


3.2.2 - Máscara e bolsa auto-inflável

É composta da máscara oro-nasal descrita anteriormente e uma bolsa auto-inflável conectada na válvula unidirecional da máscara que impede que a bolsa se encha com o ar expirado pela vítima. A bolsa auto-inflável se enche automaticamente, pois possui tecido elástico para este fim e o faz através de uma válvula unidirecional em seu corpo que permite o seu enchimento com o ar ambiente, ou com oxigênio, se conectado a um equipo de um cilindro de O₂.

O princípio de seu uso é simples:

- Coloque a máscara na face da vítima como descrito no uso de máscara.
- Conecte a bolsa auto-inflável a máscara.
- Aperte a bolsa auto-inflável durante 1 a 2 segundos (a válvula unidirecional se abrirá) inflando os pulmões da vítima.
- Desaperte a bolsa por 2 a 3 segundos e a bolsa se encherá com ar ambiente (ou O₂ se conectado ao sistema do cilindro de O₂) enquanto ao mesmo tempo a vítima expira pela válvula unidirecional da máscara para fora do circuito.



Vantagens	Desvantagens
<p>Em casos de parada respiratória ou PCR</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ <u>Sem</u> uso de O₂ do cilindro - oferta 21% de O₂ ao invés de 17% do boca-a-boca. ◇ <u>Com</u> o uso do cilindro de O₂ - Oferta de 65 a 75% de O₂. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Difícil se utilizada por apenas 1 socorrista. ◇ Necessita grande prática e re-treinamento. ◇ Necessita de tamanhos diferentes para lactentes e crianças. ◇ Provoca vômitos se utilizada erradamente.

3.2.3 - Máscara, bolsa auto-inflável e reservatório de O₂ para ventilação sem reinalação

Só utilizado com oxigênio. É um sistema que utiliza O₂ a 100%. É desenhada para ser utilizada com uma bolsa reservatório que fica após a bolsa auto-inflável. A máscara possui 3 válvulas unidirecionais (“one way”). Duas válvulas estão conectadas na máscara permitindo a saída do ar expirado da vítima para o exterior do sistema e outra esta entre a máscara e a bolsa auto-inflável só permitindo a entrada de O₂ a 100% da bolsa auto-inflável. O equipo de O₂ é conectado no regulador com fluxo de +/- 15 litros/min indo para a bolsa auto-inflável. Durante a inspiração, o fluxo de O₂ vem da bolsa a 100% para a máscara e então enche os pulmões da vítima. Durante a expiração o ar sai pelas válvulas “one way” da máscara, enquanto a bolsa se enche de O₂ a 100%. O reservatório de O₂ permite maior reserva de O₂ para encher a bolsa auto-inflável caso a vítima solicite ou o socorrista tenha intenção de fazê-lo. Pode atingir 90% de oferta de O₂ (geralmente 65 a 75%). **Nota importante:** Caso o O₂ acabe, retire imediatamente a máscara.

3.2.4 - Máscara de re-inalação parcial com bolsa reservatório

Semelhante ao anterior este tipo de sistema tem aberturas no corpo da máscara no lugar das duas válvulas “one way” permitindo a entrada de ar ambiente (O₂ a 21%) que se mistura com o O₂ a 100%. O fluxo de O₂ conectado entre o reservatório e a máscara deve ser maior que 6 litros/min. Pode ofertar dependendo do fluxo e da máscara até 60% de FiO₂.

Complicações comuns a técnicas básicas de ventilação

Distensão Gástrica - Parte do ar utilizado para a respiração artificial vai pelo esôfago distendendo o estômago, o que causa a elevação do diafragma dificultando a ventilação e produzindo vômitos. É produzida por tempo inspiratório muito curto, ou por um fluxo muito alto.

Broncoaspiração - Significa a passagem de outros elementos além do ar para as vias aéreas. É mais comum em pacientes inconscientes que não apresentam os reflexos normais de proteção as vias aéreas.

Barotrauma - Dano causado aos pulmões por distensão alveolar excessiva. Ocorre quando o socorrista

utiliza durante as manobras de ventilação artificial excesso de volume de ar. A consequência é a ruptura do pulmão como se fosse uma bola de gás excessivamente enchida.

4. VENTILAÇÃO INVASIVA (abordado com mais detalhe em capítulo próprio)

Ventilação invasiva é realizada através de via aérea invasiva: TOT, TQT, ML ou Combitube, usualmente com assistência ou controle total da ventilação com uso de pressão positiva inspiratória ministrada através de uma bolsa ou respirador.

INDICAÇÕES:

1. **Paciente ventila espontaneamente com esforço e SaO₂p < 92% (ou 90% na gasometria arterial), mesmo após ventilação não invasiva.**
2. **Paciente não ventila espontaneamente (apnéia) ou agônico.**
3. **Outros:** risco iminente de obstrução aérea superior (queimaduras, ou anafilaxia), toaleta brônquica, alto consumo metabólico, acidose metabólica importante, TCE, trauma de face, ausência ou debilidade força muscular respiratória, etc.

Objetivos principais

- Ventilar o paciente mantendo a oximetria e o CO₂ dentro dos limites normais.
- Diminuir o trabalho respiratório.
- Equilíbrio acidobásico.

RESPIRADORES MECANICOS

1. Quanto ao inicio dos ciclos respiratórios

- a. Manual – ciclo respiratório sob controle manual do médico a cada ciclo inspiratório.
- b. Assistida – ciclo respiratório comandado pelo paciente e estabelecido pelo médico. Um mecanismo de sensibilidade (pneumático, eletrônico, ou ambos) do respirador determina o esforço inspiratório, que o paciente necessita realizar, podendo ser ajustado para maior ou menor dificuldade. O volume corrente ou a pressão administrada ao paciente é pré-determinada pelo médico. Nestes casos, é essencial que o paciente tenha o seu estímulo respiratório preservado
- c. Controlada – O ajuste de uma determinada frequência respiratória no aparelho determinará o ciclo independentemente do esforço do paciente. É um modo de ventilação sob pressão positiva com volume (ou fluxo ou pressão) e frequência pré-determinados. Usada nos casos em que

houver apnéia, ou coma profundo, não havendo qualquer participação do paciente no controle do ritmo ou do volume ventilatório.

- d. Assistido-controlada – é o mais utilizado, pois associa os dois modos de ventilação, permitindo maior segurança no caso de uma redução no nível de consciência ou estímulo respiratório do paciente, quando a ventilação controlada assumiu com valores previamente determinados. Hoje, utiliza-se em quase todas as situações os respiradores microprocessados, que possuem sempre a ventilação assistido-controlada e diversos recursos, tais como: SMVI, PSV, MMV, PEEP/CPAP, alarmes de vários parâmetros ventilatórios, relação I:E, macronebulizador, controle de FiO₂ (21 a 100%), além de um bom controle da própria ventilação, através do uso de monitores, permitindo uma melhor relação entre o respirador e o paciente.

2. Tipos de respiradores com pressão positiva inspiratória intermitente - classificados conforme a passagem da fase inspiratória à expiratória.

- Ciclados a Pressão - termina a fase inspiratória ao ser atingida uma pressão predeterminada na árvore traqueobrônquica, interrompendo o influxo de gás e abrindo a válvula expiratória. A pressão de ciclagem é atingida embora o volume possa não ser adequado. Qualquer vazamento no circuito do respirador pode impedir que a pressão de ciclagem seja alcançada, interferindo no volume e na frequência respiratória final.
- Ciclados a Tempo - O ciclo é determinado pelo tempo inspiratório, ou indiretamente pela relação I:E, ou frequência respiratória, e permanece como uma constante. Portanto a taxa de fluxo, o volume corrente, e a pressão podem sofrer variações a cada respiração. O volume oferecido é proporcional ao produto da taxa de fluxo e o tempo inspiratório.
- Ciclagem a volume - Interrompem um ciclo inspiratório quando fornecem um volume determinado. O fluxo, o tempo para fornecer aquele determinado volume e a pressão no circuito pode variar de uma inspiração a outra. Possuem um controle limitante de pressão máxima, com o objetivo de evitar barotraumas, casos de mal funcionamento, ou de alterações nas características pulmonares, e ainda alarme sonoro e visual que alerta para esta eventualidade.
- Ciclagem a fluxo - Quando a fase inspiratória é encerrada por uma válvula com sensibilidade para fluxo, que percebe uma queda deste a níveis críticos. A pressão, o volume corrente, e o tempo inspiratório podem variar a cada ciclo da respiração.

3. Recursos adicionais importantes

3.1 - Pressão Positiva Expiratória Final - (PEEP) - Um dos grandes recursos da ventilação mecânica é o PEEP. Sua função mais importante é aumentar a complacência pulmonar por redução do número de

alvéolos colapsados (recrutamento alveolar). Os alvéolos são recrutados de forma lenta razão pela qual devemos aguardar para resposta terapêutica com o seu uso. No caso inverso, com a interrupção do uso de PEEP, o colapso alveolar tem início em poucos minutos, deteriorando rapidamente a troca gasosa. Por este motivo o PEEP não deve ser suspenso até que seja hora do desmame, quando deve ser reduzido em no máximo 2 a 3 cm/hora.

Funções do PEEP (recrutamento alveolar): Aumenta a capacidade residual pulmonar; Aumenta a complacência pulmonar; Aumenta a relação V/Q quando se encontra reduzida (<0.8), diminuindo o shunt AV pulmonar (redução do Q_s/Q_t); Aumenta a PaO_2 , e pode aumentar, não alterar ou diminuir a $PaCO_2$; Não há provas de que o PEEP possa diminuir a água pulmonar, no entanto pode redistribuir a água dos alvéolos para o interstício, tendo boa utilidade no edema pulmonar.

Indicações: Todo paciente em ventilação mecânica deve estar com um PEEP mínimo de 5cm/H₂O. O seu incremento deverá ocorrer caso a FiO_2 necessária para manter-se uma boa SaO_2 seja acima de 0.45.

Sugestão de PEEP ideal: É aquele com o qual se atinge maior PaO_2 com menor FiO_2 , associada a menor comprometimento cardiovascular. Para cada aumento do PEEP deve ocorrer uma melhora na complacência pulmonar, na PaO_2/FiO_2 ou, no shunt intra-pulmonar, propiciando uma maior oferta de O_2 aos tecidos(DO₂).

Contra-Indicações: hipoxemia não causada por shuntagem pulmonar (ex: DPOC, asma, embolia pulmonar, pneumotórax) e instabilidade hemodinâmica.

Complicações: redução do débito cardíaco por diminuição do retorno venoso (corrija a hipovolemia) e barotrauma.

3.2 – Pressão Positiva contínua (CPAP) – muito semelhante ao PEEP em suas funções mantém ainda pressão positiva durante toda inspiração e expiração. Utilizada com o paciente em ventilação espontânea antes de indicar a entubação com uso de mascara bem selada a face (paciente deve cooperar com o processo) ou com uso de VMI ou SIMV(ver adiante) se o paciente estiver em prótese respiratória no período de desmame.

3.3 - Ventilação Mandatória Intermitente (VMI) – Muito utilizada nos processos de desmame, gera grande conforto ao paciente e segurança ao médico. Alterna ventilações espontâneas (assistida ou não com suporte) com ventilações assistidas. Facilita o trabalho respiratório sem substituí-lo totalmente, diminui o risco de barotrauma pela redução da respiração assíncrona. A VMI deve ser utilizada nos casos em que o paciente encontra-se ventilando bem com parâmetros gasométricos que indiquem início de desmame. A relação é estabelecida pelo paciente, conforme sua frequência respiratória prévia. Se por exemplo antes do desmame a frequência respiratória era de 20/min, podemos iniciar com uma relação fixa e controlada do

aparelho de 14 inc./min, esperando que os 6 ou mais ciclos respiratórios restantes sejam feitos espontaneamente pelo paciente. A relação da VMI neste caso será de 1(paciente) para 2(aparelho). Gradativamente iremos retirar o auxílio do aparelho e exigir maior participação do paciente até retirada total.

3.4 - Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada (SIMV) - Funcionando como a VMI, apresenta a vantagem de sincronizar o início de um ciclo inspiratório do aparelho, com o ciclo espontâneo do paciente, ou seja quando há pressão negativa no sistema, caso o paciente não inicie a respiração após um período de tempo pré-determinado, o aparelho cicla uma ventilação controlada, e então aguarda novo momento de ciclar. Com isso consegue-se reduzir ainda mais o barotrauma.

3.5 - Pressão de Suporte Ventilatório (PSV) – Difere da ventilação assistida por oferecer um suporte (limitado) de pressão pré-determinado pelo médico, que permite um grande conforto ao paciente, pois este têm o controle total dos parâmetros do aparelho, tais como a frequência respiratória, o padrão e o valor do fluxo para cada ventilação, bem como a sua relação I:E com ajuste de apenas 1 item pelo médico. A pressão do circuito permanece constante durante a inspiração até que o paciente não mais necessite de volume naquele ciclo respiratório, encerrando-o então. Com este recurso o médico pode iniciar com valores mais altos de suporte pressórico, o suficiente para ofertar um VC de 8 ml/Kg de peso, e ir reduzindo-o paulatinamente proporcionando uma gradativa recuperação do esforço muscular do paciente (recondicionamento muscular). Ele permite variar o volume corrente, tossir, sustentar a inspiração e suspirar, o que justifica todo o entusiasmo de sua utilização no desmame. Quando utilizado junto a VMI seus valores devem ser menores. A PSV é melhor utilizada inicialmente junto a VMI ou a SIMV ou VMM em conjunto com a PEEP/CPAP.

3.6 - Ventilação com Volume Minuto Mandatória (VMM) - É chamado de "VMI inteligente", pois permite ao médico programar a quantidade de volume pulmonar desejado dentro de um minuto. O aparelho só irá ciclar caso o paciente não atinja o volume minuto que foi pré-determinado.

Complicações da Ventilação Invasiva

- Barotrauma (pneumotórax, enfisema subcutâneo, pneumomediastino)
- Infecção respiratória (PAV) e sepse
- Hipovolemia
- Sangramento digestivo

Os atuais respiradores microprocessados utilizados em todas as situações (inclusive transporte) possuem todos estes recursos citados acima.

COMO INICIAR A VENTILAÇÃO AVANÇADA – passo-a-passo

- 1. Antes de o paciente chegar tenha sempre separado e checado todo material de vias aéreas e um respirador testado ligado ao O₂ e ar comprimido pronto para utilização.**
- 2. Estabeleça rapidamente se o paciente necessita de oxigênio**
 - a. Sinais clínicos em grave hipoxemia.**
 - b. Oximetria de pulso em casos duvidosos.**
- 3. Desobstrua vias aéreas e inicie imediatamente O₂ por cateter ou máscara + bolsa auto-inflável.**
- 4. Instale oximetria de pulso e monitoração de ECG.**
- 5. Estabeleça se há necessidade de entubação para melhor oxigenação.**
- 6. Proceda entubação se necessário e administre O₂ por bolsa auto-inflável.**
- 7. Ligue o respirador microprocessado e acople ao TOT (os parâmetros respiratórios vem pré-ajustados para um adulto médio de 70kg)**
- 8. Afine os parâmetros do respirador específico para este paciente**
 - Modo Ventilatório – assisto/controlado tipo volume controlado (em paciente pós-sedação o mecanismo controlada garantirá a boa ventilação)**
 - Volume corrente (VC) – ajuste 6 a 10 ml/Kg de peso**
 - FiO₂ – ajuste a 100% inicialmente e após saturação de oxigênio acima de 92% pelo oxímetro de pulso, vá gradativamente reduzindo a FiO₂ até chegar a 0.45 (ou 45%).**
 - FR – ajuste a frequência do aparelho para 12 por minuto. Observe se a luz do respirador que indica que o paciente é esta comandando esta acesa para realizar posteriormente novos ajustes.**
 - PEEP – deixe em 5cm/H₂O, para avaliação posterior de ajustes para cima caso a SaO₂ não atinja os 90% desejados.**
 - Fluxo inspiratório – pré-estabelecido pelo respirador como variável para o volume escolhido. Poderá ser alterado posteriormente para ajustar a relação Insp/Exp (1:2 ou 1:3.**
 - Sensibilidade ou "Triggerig Effort" – quanto menor o valor, mais facilmente o paciente demanda sua própria frequência no respirador. Se houver vazamentos no circuito ou água pode haver erro e o respirador passa a ciclar sem a demanda do paciente.**

- **Ajuste os alarmes do respirador**

- Alarme de pressão de admissão(Pa) > 35 mmHg
- Alarme de frequência respiratória entre < 12 e > 30 ipm.
- Alarme de volume corrente < 350 e > 600 ml.
- Alarme de volume minuto (VM) < 50 ml/kg e > 150ml/Kg

9. Só aspire o TOT se houver realmente necessidade. Aspirações desnecessárias somente reduzem a saturação de oxigênio do paciente.

10. Se houver hipotensão após o início da ventilação, considere:

- Hipovolemia - aumente a reposição volêmica rápida e se não houver melhora inicie aminas.
- Pneumotórax hipertensivo por barotrauma ou por acentuação de trauma anterior não visualizado.
- Colha um hematócrito.

11. O objetivo da ventilação avançada é manter a SaO₂ > 90% e a PCO₂ nos limites da normalidade (35 a 45mmHg). Qualquer valor fora destes parâmetros indica necessidade de reajuste do respirador.

INTERCORRENCIAS COMUNS e ALARMES

Causas de Redução da Pressão de Vias Aéreas – alarme VC disparando

- Desconexão do circuito do ventilador – re-conecte.
- Vazamentos – corrija defeito ou desconexão.
- Extubação – confirme por vazamento de ar na boca e re-entube.

Causas de aumento Súbito na Pressão de Vias Aéreas – alarme Pa disparando

- Acotovelamento do circuito – corrija pendurando o circuito adequadamente.
- Broncoespasmo – broncodilatador spray.
- Tosse - observe
- Assincronia entre o paciente e o ventilador – considere aumentar a sedação.
- TOT seletivo – cheque a numeração no e corrija (proceda como se fosse extubar e retire 2 a 4 pontos auscultando o tórax).
- Pneumotórax – drenagem pleural.
- Obstruções no tubo (rolhas de secreção) – aspire, se não resolver, troque o TOT. Se estiver na dúvida troque o TOT.

Causas de aumento na frequência respiratória – alarme FR disparando

- Hipoxemia – cheque SaO₂p e corrija
- Secreção no TOT – aspire o TOT.
- Circuito vazando – corrija defeito ou desconexão.
- Circuito com água – verifique se o coletor esta no ponto mais inferior e esvazie.
- Paciente com dor ou desconforto – aumente a sedação e analgesia
- Acidose metabólica – gasometria arterial, identifique a causa e corrija.
- Febre – verifique temperatura e faça anti-pirético
- Assincronia entre o paciente e o ventilador – considere aumentar a sedação e analgesia.

Causas de baixo volume corrente/minuto – alarme de VC disparando

- Baixo VC estabelecido – cheque se esta adequado.
- Desconexão do circuito do ventilador – re-conecte.
- Vazamentos – corrija defeito ou desconexão.
- Extubação – confirme por vazamento de ar na boca e re-entube.
- Assincronia entre o paciente e o ventilador – considere aumentar a sedação e analgesia.

Causas de assincronia paciente/respirador – alarmes diversos disparando

- Hipoxemia
- Hipercapnia
- Acidose
- VC baixo
- Dor/ansiedade
- Secreções
- Tubo seletivo
- Vazamentos
- Mal funcionamento do ventilador

COMO INICIAR O DESMAME DA VENTILAÇÃO AVANÇADA – passo-a-passo

1. A regra prática é que o período de permanência do paciente no respirador deve orientar o calculo da dificuldade e o tempo que será gasto para sua retirada.
2. Considere a presença dos parâmetros abaixo antes do desmame:
 - Paciente apresenta estabilidade hemodinâmica (estabilidade clínica).

- PaO₂ dentro dos limites normais, com FiO₂ <0,4 ou PaO₂/FiO₂ (PF) > 230
- Equilíbrio ácido-básico
- Desperta facilmente ou coma superficial.
- Ausência de infecção, arritmias e sedação importante.
- Pressão Inspiratória < -15 cm H₂O (boa força muscular).

3. Se as condições acima são favoráveis:

- Verifique a frequência respiratória (FR), o volume corrente/minuto e a SaO₂p antes de iniciar o desmame.
- Modifique o modo ventilatório para SIMV (2/3 da FR) + PSV Suporte de 15cmH₂O.
- Cheque imediatamente se o volume corrente/minuto e a SaO₂p estão adequados. Corrija o SIMV (2/3 da FR) + PSV Suporte se necessário. Cheque se mantém após 15 minutos da alteração.
- Se mantiver, prossiga retirando gradativamente o SIMV e verificando se a FR, o volume corrente/minuto e a SaO₂p estão adequados.
- Se houver qualquer deterioração, retorne parâmetros para os estabelecidos anteriormente e aguarde ao menos 30 a 60 min.
- Se houver manutenção prossiga até estar somente com a PSV, então reduza também a FiO₂ até atingir 30% junto com a redução gradativa do PSV a cada 1 ou 2 horas em 2 pontos, até atingir 10cmH₂O.
- Re-cheque se a FR, o volume corrente/minuto e a SaO₂p estão adequados.
- Se houver qualquer deterioração, retorne parâmetros para os estabelecidos anteriormente e aguarde ao menos 30 a 60 min.
- Se estiverem, extube o paciente e o coloque em máscara facial com 15 litros por minuto.
- Observe o esforço respiratório, a FR e a SaO₂p a cada 15 minutos nos primeiros 30 min, depois a cada 30 min na primeira hora e depois de hora/hora até 6 a 12 horas.

4. Fique atento a:

- A necessidade de re-entubação.
- Necessidade de aspirar à orofaringe do paciente.
- A possibilidade de edema de glote.
- A possibilidade de exaustão fora da prótese respiratória.