

# ASSISTÊNCIA VENTILATÓRIA.





**ASSISTÊNCIA VENTILATÓRIA.  
AUTOR: ROGÉRIO ULTRA**

## INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA

A insuficiência respiratória aguda (IrpA) é a causa mais comum de internação na terapia intensiva.

A IrpA pode ser definida como a incapacidade do sistema respiratório em atender aos seus objetivos, que são a manutenção da oxigenação e a ventilação do indivíduo, desta forma a oxigenação para os tecidos se encontra deficitária devido a baixa de O<sub>2</sub> no sangue arterial e uma inadequada eliminação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

O diagnóstico é realizado pelo resultado da gasometria, onde valores de PaO<sub>2</sub> abaixo de 60mmHg e PaCO<sub>2</sub> normal ou baixa definem a IrpA tipo I( hipoxêmica) e valores de PaO<sub>2</sub> abaixo de 60mmHg e a PaCO<sub>2</sub> acima de 50mmHg definem a IrpA tipo II ( ventilatória ).

Alguns achados clínicos demonstram a IrpA tais como: alteração do estado mental, sinais de aumento do trabalho respiratório (taquipnéia, dispnéia, batimentos de asa de nariz, uso de musculatura acessória da respiração, retração ou tiragem intercostal, sinal de Hoover, retração supraclavicular e supra esternal respiração paradoxal), cianose central, sudorese, taquicardia, hipertensão ou hipotensão arterial. Normalmente este sinal vem acompanhado de piora radiológica e queda de saturação de O<sub>2</sub>(s<sub>ap</sub>O<sub>2</sub>). Sendo a clínica mais importante: Desconforto respiratório como citado acima. Para estes pacientes deve ser considerado imediatamente uso de oxigenioterapia e ventilação mecânica não invasiva ou invasiva. Esta escolha normalmente se refere ao nível de consciência, em indivíduos com nível de consciência baixo ( ECG maior que 10) a escolha inicial é a ventilação mecânica não invasiva (VMNI) abaixo desse nível, normalmente os pacientes não mantêm a permeabilidade de vias aéreas e necessitam de via aérea artificial e ventilação mecânica invasiva (VMI).

## Ventilação não invasiva (VMNI)

### Introdução

Este tipo de ventilação é definida como uma técnica de ventilação artificial não qual não é empregada nenhum tipo de prótese traqueal, utilizando como conexão entre o ventilador e o paciente uma máscara nasal ou facial.

Deve ser a primeira opção de suporte ventilatório em recém-nascidos, pois é uma terapêutica muitas vezes eficiente na prevenção da entubação traqueal. A modalidade mais utilizada é a Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) por prongas nasais que foi o primeiro modo ventilatório usado para RN, idealizado por Gregory. Segundo Weis (1996), define-se CPAP, como pressão positiva contínua de distensão nas vias aéreas durante todo ciclo respiratório. A pressão positiva gerada é maior que a pressão atmosférica. A utilização do CPAP como recurso terapêutico na insuficiência respiratória vem do final da década de 1930, através da aplicação de máscaras faciais para tratamento de adultos com edema pulmonar, pneumonias e patologias respiratórias obstrutivas. Após um breve período de desuso, devido às suas complicações hemodinâmicas associadas, seu uso foi reiniciado em 1967, onde a pressão positiva contínua, ligada à ventilação mecânica, mostrava-se como uma modalidade bastante efetiva no tratamento da hipoxemia.

A aplicação de ventilação por pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) ou ventilação sob dois níveis de pressão (BIPAP). É interessante para a aplicação vni que o paciente esteja lúcido e cooperativo, mesmo que isso não seja uma condição obrigatória. Efeitos fisiológicos da VNI:

- Aumento da capacidade residual funcional (CRF);
- Reabertura das unidades alveolares colapsadas ou atelectasiadas;
- Aumento da oxigenação arterial;
- Diminuição do esforço respiratório e frequência respiratória;
- Redistribuição do líquido extravascular;
- Diminuição do retorno vascular;
- Diminuição do shunt.

O sucesso da técnica depende extremamente da escolha do paciente elegíveis para o emprego desta forma de ventilação, neste caso não tentar o método em pacientes com indicações imediatas de intubação e com instabilidade hemodinâmica. O tipo de ventilador e a máscara a ser utilizada é um outro fator a ser avaliado e que pode interferir no sucesso do método.

A escolha a que método utilizar depende da disponibilidade de cada serviço, sendo que na maioria das vezes em quase todos os serviços, a maior disponibilidade é para os geradores de CPAP. Nosso raciocínio para a escolha se dá no estabelecimento da CPAP para pacientes hipoxêmicos e BIPAP para os hipercapnics, embora o conforto e a patologia de base seja um fator de peso.

### Valores iniciais de pressão:

- CPAP: 8-10cmH<sub>2</sub>O;
- BiPAP: 5/12cmH<sub>2</sub>O, nesta o delta de pressão corresponde a ventilação.

A utilização dessa técnica com finalidade de reexpansão pulmonar é comprovada pela capacidade de permitir a ventilação colateral através dos poros interalveolares de Kohn, canais de Lambert que ligam os bronquíolos com os alvéolos e os canais interbronquiolares de Martin. Ajudando na resolução de colapso alveolar, o que leva a diminuição do trabalho respiratório frente esta situação. Problemas decorrentes dessas técnicas (VNI), são: o desconforto ocasionado pela interface utilizada, o risco de broncoaspiração, aerofagia, isquemia facial e ressecamento das vias aéreas.

Nunca se deve aplicar a VNI durante a dieta ou no intervalo de 2 horas das refeições e ainda utilizar-se da postura elevada no leito, tais como fowler e semi-fowler, isso auxilia a dinâmica diafragmática e melhora a eficiência da tosse, sendo na nossa opinião imprescindível durante a sua realização. A VNI requer supervisão direta da equipe multidisciplinar, principalmente do fisioterapeuta, que deve monitorizar durante o uso:

- SapO<sub>2</sub>;
- Frequência respiratória;
- Pressão arterial;
- Padrão respiratório; Contra-indicações absolutas:
- Parada cardiorespiratória;
- Instabilidade cardiovascular;
- Paciente agitado que não aceita a técnica;
- Queimadura facial;
- Abdome distendido;
- Hipersecretivo;
- Pacientes incapazes de proteger sua via aérea ( nível de consciência baixo – G<10)
- Hipoxemia grave refratária a uso de O<sub>2</sub>;

Vários estudos recomendam hoje a necessidade de treinamento e conhecimento da técnica por todos os membros da equipe da terapia intensiva, fato que aumenta o sucesso e diminui os riscos durante o seu uso.

### **Via aérea artificial**

É imprescindível para pacientes que necessitam de ventilação mecânica a utilização de uma interface entre o suporte ventilatório e o paciente, os objetivos principais destas são:

- Manutenção da permeabilidade das vias aéreas, evitando obstruções mecânicas;
- Dar acesso a ventilação mecânica, através de um sistema fechado entre as vias aéreas e o aparelho;

### **Facilitação para a desobstrução das vias aéreas; As indicações rotineiras:**

1. Apnéia por depressão do sistema nervoso central ou fadiga muscular;
2. Hipoventilação, por exemplo: ausência do estímulo respiratório;
3. hipoxemia, como na SARA;
4. Ausência de reflexos protetores;
5. Instabilidade hemodinâmica, como na parada cardiorrespiratória e choque.

Normalmente são utilizadas o tubo orotraqueal(TOT), o tubo nasotraqueal (TNT) e a traqueostomia(TQT). Durante o procedimento é importante estar disponível:

Tubo orotraqueal

**Tubo orotraqueal**



**Tubo nasotraqueal**





**São Complicações comuns:**

- Intubação seletiva;
- Intubação do esôfago;
- Agitação do paciente;
- Fratura de dentes;
- Traumas na comissura labial;
- Regurgitação de conteúdos gástricos;
- Arritmias cardíacas;
- Contaminação bacteriana no trato respiratório.

**Existe na extremidade distal do tubo um balonete (cuff), que tem as seguintes funções:**

- Evitar o escape de ar, permitindo a entrada e saída de volume corrente por dentro do tot;
- Evitar a broncoaspiração;

Nunca tem função de fixar o tubo na traquéia, o que acarretaria altas pressões dentro do balonete e isso gera lesões isquêmicas na laringe. É importante então para o fisioterapeuta monitorizar e aperfeiçoar as pressões de cuff, ressaltando que a mesma deve se encontrar em torno de 20 a 25mmHg, que se relaciona com a pressão dos vasos traqueais, no capítulo de monitorização descreveremos maiores informações.

Já a traqueostomia (tqt) é uma intubação direta da traquéia, que necessita de intervenção cirúrgica para acesso de uma cânula de pvc. Tem também balonete em sua extremidade.

**Principais indicações:**

- Tempo demasiadamente longo de ventilação mecânica, em torno de 11 dias de TOT, sem possibilidade de desmame
- Dificuldade de desmame;
- Pacientes com traumas faciais;

A TQT leva a diminuição do espaço morto e a queda da resistência das vias aéreas favorecendo para estes benefícios descritos. Como dermatites assim como úlceras faciais, devendo ter um controle sobre a fixação, pois isso demanda aumento das morbidades. A troca do tipo de fixação e como ela é feita devem seguir o bom senso sempre e visar à segurança do paciente e da ventilação.

**Assistência ventilatória**

Os ventiladores mecânicos traçaram um grande período de evolução até hoje. Com relatos de seu início em humanos em torno de 1530, com Paracelsus e Vesalius e somente na metade do século XVIII iniciou seu reconhecimento como parte importante da ressuscitação.

O primeiro ventilador comercializado com sucesso foi o pulmão de aço Drinker-Shaw, em 1929, que funcionava por pressão negativa, isto é, gerava pressão negativa ao redor do tórax e dessa forma expandia os pulmões.

A última década foi marcante na evolução da ventilação mecânica, evolução essa não vista desde a criação do Bird Mark 7 na década de 50 o ventilador mais vendido do mundo. Hoje os ventiladores microprocessados dão mais segurança e oferecem modalidades inteligentes para melhor a forma de assistência.

Neste capítulo procuramos mostrar as diversas modalidades e estratégias ventilatórias mais novas,

suas indicações e seu funcionamento.

A assistência ventilatória é um método de suporte avançado de vida, dessa forma já desconsideramos o tratamento curativo de alguma moléstia, em que uma máquina chamada de ventilador mecânico movimentada os gases para dentro dos pulmões, utilizando para isso pressão positiva. NA fisiologia normal de um indivíduo a contração dos músculos respiratórios gera uma pressão negativa dentro do parênquima pulmonar e dessa forma a diferença de pressão entre o meio intrapulmonar e o ar atmosférico cria um vácuo “ sugando o ar para dentro das vias aéreas”. Na ventilação por pressão positiva, o contrário é realizado, a máquina impulsiona os gases para dentro dos pulmões resultando em sua insuflação, não dependendo da contração muscular do paciente ou auxiliada pela mesma. Uma fórmula tem relação direta com essas variáveis sendo conhecida como: equação do movimento do sistema respiratório. Esta é:

**Pressão = Volume/complacência + resistência X fluxo**

**Pressão muscular + pressão do ventilador = Pressão muscular + Pressão do ventilador ( volume/complacência) + ( resistência x fluxo) ( carga elástica ) + (carga resistiva)**

Entendendo que a pressão muscular refere-se à diferença de pressão gerada pelos músculos durante a fase inspiratória. A pressão do ventilador refere-se à pressão das vias aéreas gerada pelo ventilador na fase inspiratória. A soma da pressão gerada pelos músculos respiratórios com a do ventilador proporciona que o gás flua para dentro dos pulmões. A complacência e a resistência são as a carga contra qual tanto o ventilador quanto os músculos respiratórios tentam vencer (impedância do sistema).

Entendemos então que existem apenas quatro fatores chamados de variáveis de controle que são modificados durante a assistência ventilatória: Volume, pressão, fluxo e tempo. Sendo importante frisar que essas variáveis só podem ser controladas uma por vez pelo ventilador, obtendo dessa forma um ventilador que controla o volume, a pressão, o fluxo ou tempo da inspiração do paciente. Podemos exemplificar com o modo controlado a pressão, que descreveremos posteriormente, como o próprio nome revela, ele controla o nível de pressão máxima e o volume é variável.

Alguns ventiladores microprocessados mais recentes realizam modos ventilatórios de duplo controle, isto é , conseguem controlar duas variáveis.

## **Princípios da assistência ventilatória**

Para a possibilidade de uma programação de suporte ventilatório adequado é necessário o conhecimento sobre alguns aspectos, tais como:

- Mecânica respiratória, Patologia e outros fatores sobre o paciente.

No momento da inspiração ocorre a insuflação pulmonar, podendo o aparelho apenas assistir o paciente (ventilação assistida) ou realiza -lá por completo sem nenhuma participação do paciente (ventilação controlada). Nesta fase é importante o conhecimento sobre as variáveis de controle, que são parâmetros físicos que podem ser modificados durante a ventilação mecânica, são eles:

- Disparo: Se refere ao início da ventilação ou fase inspiratória. Pode ser a tempo, fluxo e pressão;
- Ciclagem: É o parâmetro que se relaciona com o final da inspiração. Pode ser a Pressão, volume, fluxo e tempo;
- Limite: Relaciona-se como o nível de um parâmetro que é atingido antes do termino da inspiração. Podendo ser pressão, volume e fluxo.



## Objetivos da assistência ventilatória:

### A ventilação mecânica tem como objetivo:

- Manutenção das trocas gasosas, com melhora da oferta de oxigênio (DO<sub>2</sub>);
- Redução do trabalho e desconforto respiratório;
- Manutenção ou aumento do volume pulmonar.

### Modos ventilatórios:

Os modos ventilatórios demonstram a forma de combinação entre as variáveis de controle levando-nos a indicar cada um de acordo com a necessidade do paciente.

### Devemos identificar inicialmente os três padrões básicos de modos:

- Só permitem ventilações mandatórias;
- Só permite ventilações espontâneas;
- Combinado entre mandatórias e espontâneas;

As modalidades podem ser divididas quanto ao seu uso, definindo-as como convencionais( clássicas) e não –convencionais(avançadas). Embora esse tipo de definição tenha uma dependência da rotina e os ventiladores mecânicos de cada serviço. Descreveremos apenas os usados rotineiramente :

### Os modos convencionais: **CMV, A/CMV, SIMV, PSV , CPAP ,PRVC e BIPAP..**

#### 1 - Ventilação mandatória controlada(CMV) - ventilação mandatória assistida(A/CMV)

A VMC caracteriza-se por assumir todo o suporte da ventilação englobando todo o trabalho para vencer as cargas elásticas e resistivas do sistema respiratório, normalmente vencido pelos músculos. Esta modalidade garante estabilidade na ventilação alveolar, poupando oxigênio e energia desperdiçados pelos músculos.

Durante a ventilação controlada, as ventilações mandatórias são disparadas de acordo com um intervalo de tempo predeterminado, independente do esforço do paciente. A ventilação controlada pode visar tanto o volume quanto a pressão. Com os parâmetros da ventilação completamente ajustados, a ventilação controlada é a única que pode produzir resultados fisiológicos precisos e previsíveis.

A ventilação assistida-controlada libera ventilações mandatórias disparadas pelo paciente ou pelo ventilador. A ventilação pode ser com volume ou com pressão alvo . O ventilador permite um mecanismo misto de disparo da fase inspiratória por tempo ou pressão. Enquanto o disparo por pressão é ativado pelo esforço inspiratório do paciente (assistido), o disparo por tempo é deflagrado pelo aparelho (controlado). Sempre que se utiliza a modalidade Assistido/Controlada, o comando do ventilador chamado sensibilidade é acionado. O ajuste da sensibilidade consiste no controle do nível de esforço inspiratório, necessário para acionar a fase inspiratória.

O ventilador provê uma frequência ventilatória basal, a qual o paciente pode ultrapassar. Quando um ciclo respiratório ocorre com um disparo efetuado pelo paciente, o aparelho reinicia a contagem de um novo ciclo, o qual depende da frequência respiratória pré- ajustada. Se o paciente não efetuar novo disparo após o término desse ciclo, um disparo a tempo (sem esforço) se-rá efetuado o esforço inspiratório do paciente e a velocidade do fluxo são maiores no início da inspiração, dimi-

nuindo no decorrer da mesma.

De forma prática, determinaremos se o paciente está ou não assistindo a prótese ventilatória, verificando a frequência (FR). Caso a FR total seja igual a FR mandatória o paciente estará entregue ao ventilador, ou seja, em modo controlado. Nos casos onde a FR total for maior que a FR mandatória, o paciente estará disparando a ventilação. Analisando o ventilador mecânico se pode verificar quantas incursões respiratórias foram disparadas pelo paciente (trigger) pela diferença entre a FR mandatória e a FR total, observando um display luminoso que se acende no momento da ventilação assistida ou nos ventiladores mais recentes que no monitor de LCD é demonstrado as incursões realizadas pelo paciente.

A CMV ou a ACMV (A/CMV) podem ser instaladas sob volume controlado (VCV) ou pressão controlada (PCV) sendo que estes modos não são combinados com nenhum outro modo. A ventilação controlada é a modalidade preferida de suporte ventilatório quando deve ser mantida uma ventilação minuto ou uma PaCO<sub>2</sub> precisas, como em pacientes com traumatismos cranianos fechados que necessitam de hiperventilação. Além disso, a ventilação controlada é necessária na liberação de relações I:E não naturais, como a relação invertida.

### **Segundo Júnior e Amaral (2006) as indicações para esse modo ventilatório são:**

- Na vigência de apnéia, que por disfunção do SNC ou qualquer situação em que o comando respiratório está deprimido como paciente sob efeito de drogas depressoras do SNC ou quando necessárias a curarização e/ou sedação profunda
- Como back-up da ventilação assistida, quando existe a possibilidade do paciente falhar em sustentar a atividade espontânea
- Em condições caracterizadas por instabilidade torácica, como por exemplo, politraumatizados, quando o esforço inspiratório é considerado prejudicial no sentido de causar balanço mediastinal ou prejudicar a cicatrização.
- Quando se faz necessário controlar a PaCO<sub>2</sub>
- No sentido de se reduzir o consumo de oxigênio pelos músculos respiratórios em pacientes com comprometimento do transporte de oxigênio

Um problema desses modos é que a pressão intratorácica se encontra elevada, gerando complicações ao sistema cardiovascular, a qual a principal é a diminuição do retorno venoso, que pode acarretar outras complicações pela diminuição da performance cardíaca. Outro problema é que o paciente paralisado ou sedado não utiliza seus músculos respiratórios. Durante um período de tempo, ocorre atrofia muscular, a qual irá prolongar o processo de desmame.

Na comparação da utilização em VCV ou PCV, a primeira, possui maior risco potencial de promover lesão pulmonar por barotrauma manifestadas como pneumotórax, pneumomediastino, pneumoperitônio, quando comparada a ventilação ciclada a pressão. A incidência de barotrauma está relacionada ao valor do pico de pressão, presença de PEEP e certas patologias pulmonares, especificamente pneumonia necrotizante e aspirativas. As lesões manifestadas por barotrauma parecem ser minimizadas pela diminuição do volume corrente, fluxo inspiratório e controle efetivo da agitação e grande demandam respiratória do paciente através da sedação.

Existe uma sugestão da utilização de um novo cálculo, ainda baseada em fortes evidências clínicas, que é denominada complacência pulmonar funcional. Este tem a função de determinar o modo ventilatório a ser utilizado, baseado nos valores numéricos obtidos.

**CPF= VC exp./PIP**

Segundo Ferrari e colaboradores(2006), este cálculo, tem como valores de referências 15 ml/cmH<sub>2</sub>O, refletindo que pacientes com alta complacência ( > 15) instalando modo volumétrico e pacientes com baixa complacência ( <15) a instalação de modo pressórico, dessa forma estabelecendo uma estratégia protetora. Nossa experiência com a CPF é bem interessante e eficaz, refletindo as necessidades ventilatórias de nossos pacientes. Numa avaliação de 23 pacientes no início da ventilação a CPF refletiu sua efetividade , embora é necessário mais estudos para determinar e perpetuar sua aplicação clínica na UTI.

**2 - Ventilação mandatória intermitente e sincronizada( SIMV)**

Este modo foi uma modernização do modo IMV, que foi criado inicialmente visando a facilitação do desmame em crianças. A ventilação mandatória intermitente (IMV) combina as ventilações espontâneas com ventilações mandatórias ou do ventilador periódicas. Essas ventilações periódicas podem ser disparadas pelo tempo ou pelo paciente. Quando as ventilações da máquina são disparadas pelo tempo, o termo IMV controlada é frequentemente utilizado. Os ciclos espontâneos podem ser auxiliados por alguns dispositivos que permitam uma ventilação muito similar em ar ambiente, ou mesmo serem auxiliados por certo nível de pressão contínua nas vias aéreas (CPAP) ou pressão de suporte.

Na IMV existem intervalos regulares entre os ciclos do respirador, não respeitando o esforço inspiratório do paciente, e na SIMV encontra-se associação praticamente perfeita, entre o paciente e o respirador, onde não existem desencontros entre os ciclos do paciente e do respirador. Esta sincronia está diretamente relacionada à sensibilidade que é responsável pela facilitação do ciclo espontâneo que fará com que o respirador se adapte aos ciclos do paciente intervenha com ciclos mandatórios somente quando solicitados. A evolução do método fez com que houvesse sincronia (SIMV) entre o início da fase mandatória e o estímulo respiratório espontâneo, embora saibamos que nem todos os ventiladores mecânicos tenham a sensibilidade necessária para este sincronismo.

Dentro de cada ciclo, no primeiro esforço muscular, seja no início, meio ou quase fim do ciclo atual, o paciente recebe a variável de controle pré-programada. Se ainda houver tempo disponível dentro de mesmo ciclo e ocorrer um novo disparo provocado pelo esforço será espontâneo, sem nenhuma ajuda do ventilador. O próximo ciclo após um com esforço, aguarda um novo disparo realizado pelo paciente. Caso isso não ocorra, no ciclo seguinte um ciclo mandatório será enviado ao paciente. Esse modo pode ser combinado com a pressão de suporte facilitando os ciclos espontâneos. Será discutido posteriormente.

Existe um grande questionamento em relação ao uso da SIMV, vários estudos hoje demonstram que este modo pode prolongar o tempo de ventilação. Em nossa experiência, a utilização desse modo depende de ajustes adequados de FR mandatória e do nível de pressão de suporte e caso não se faça uma rotina adequada de controle da ventilação do paciente , este modo pode prolongar o tempo de desmame e piorar a função muscular do paciente.

**Indicações da SIMV:**

- Pacientes não adaptados ao respirador e que não possam der sedados.
- Pacientes em processo de “desmame” da ventilação mecânica, capazes de realizar ciclos respiratórios espontâneos.
- Pacientes com alterações hemodinâmicas.

- Pacientes com sobrecarga do trabalho respiratório quando submetidos à ventilação com pressão positiva nas vias aéreas (CPAP).

Outro fator muito importante associado SIMV é a diminuição da pressão pleural média, pois durante os ciclos espontâneos desencadeados pelo paciente esta pressão torna-se negativa. Este fato propicia melhor retorno venoso, o que influencia favoravelmente o débito cardíaco. Também a redução da pressão pleural média e, por conseguinte da pressão intratorácica vai de encontro a fisiologia atual da ventilação mecânica, ou seja, minimizar os efeitos deletérios da pressão positiva sobre o pulmão .

### 3 - ventilação com suporte pressórico(psv)

A PSV é uma modalidade de ventilação espontânea consistindo em ventilações cicladas a fluxo, com pressão limitada e disparada pelo paciente. Nesta modalidade, cada ventilação do paciente é aumentada por uma quantidade definida de pressão positiva. Os níveis baixos de suporte a PSV pode aliviar os músculos respiratórios do trabalho respiratório imposto pela via aérea artificial e/ou pelo circuito do ventilador. Em níveis mais elevados, o suporte pressórico alivia progressivamente os músculos respiratórios do trabalho ventilatório. Nos níveis de suporte pressórico que acarretam volumes correntes de 10 ml/Kg, todo o trabalho respiratório é assumido pelo ventilador, desta forma também acomodando o paciente . As principais características desta modalidade são: fluxo livre e decrescente, ou seja, é bem próximo ao fisiológico, e a ciclagem do ventilador é a fluxo, ou seja, quando o paciente atinge 25% do fluxo a inspiração será completada pelo ventilador, por meio da PSV..

David, 1996 descreve a capacidade de geração de um fluxo desacelerado permite a ventilação com PSV aproveitar melhor as diferentes constantes de enchimento e complacência dos diversos segmentos pulmonares, melhorando a distribuição do fluxo gasoso.

Junior e Amaral , 2006 relatam que o tempo inspiratório e a frequência dependem do paciente, enquanto que o fluxo inspiratório e o volume corrente resultam da interação do mesmo com a pressão gerada pelo ventilador, otimizando o padrão ventilatório e sincronização entre ambos.

Existem várias situações clínicas específicas para as quais essa modalidade de suporte ventilatório pode estar indicada. Entre as situações para as quais a PSV pode representar a modalidade preferida da de suporte ventilatório estão incluídas:

- Paciente ventilando espontaneamente que necessitam de suporte ventilatório e apresentam vias aéreas artificiais pequenas, especialmente quando apresentam uma ventilação com frequências superiores a 20/min e com volumes minuto superiores a 10l.

- Pacientes ventilando espontaneamente com uma historia de DPOC ou evidências de fraqueza muscular que necessitam de ventilação mecânica prolongada (mais do que 24a-48 horas) e que estão sendo suportados por sistemas defluxo de demanda na modalidade SIMV ou CPAP.

- Pacientes com fraqueza muscular que não toleram a ventilação espontânea para diminuir a carga de trabalho.

Recentemente Brochard et al. e Pennock et al (apud Junior e Amaral,2006) demonstraram os efeitos benéficos da PSV aplicados através da máscara facial ou nasal em pacientes com limitação importante ao fluxo aéreo ou mesmo com insuficiência respiratória aguda parenquimatosa, dispensa no emprego da intubação.

Também é indicada no processo de desmame de ventiladores, geralmente em níveis inferiores a

15cmH<sub>2</sub>O. Quando bem utilizada, pode abreviar o tempo de desmame ou mesmo aumentar suas chances de êxito, quando comparadas a SIMV e ao tubo T, pois permite uma transição gradual da ventilação assistida para espontânea.

A PSV também pode alterar a natureza do trabalho do paciente durante o suporte ventilatório, melhorando o condicionamento de resistência da musculatura respiratória e, conseqüentemente, facilitando o desmame.

### **Em nossa experiência aplicamos a PSV das seguintes formas:**

- Para adaptar e diminuir a carga de trabalho em pacientes com déficit muscular;
- Para melhorar o VC;
- Para diminuir a necessidade de sedação;
- Melhorar a sincronismo entre paciente e ventilador;

A resistência ao tubo endotraqueal se dá em função do diâmetro do tubo e do fluxo inspiratório. Valores em torno de 7 a 10 cmH<sub>2</sub>O são apropriados neste sentido.

A ventilação alveolar pode ser prejudicada ao empregar-se a PSV em paciente com a mecânica respiratória instável, com variações súbitas da complacência da resistência do sistema respiratório e ainda podem gerar hiperdistensão alveolar e comprometimento hemodinâmico e ainda microatelectasias em situações de baixo volume. Nesses casos a possibilidade de alarmes de volume minuto baixo e alto facilita a monitorização e permite uma ventilação com pressão de suporte mais adequada.

### **4 - Pressão Positiva Contínua Das Vias Aéreas ( CPAP)**

A CPAP simplesmente é uma modalidade de ventilação espontânea com pressão basal acima de zero.

O fluxo contínuo da pressão positiva é que faz diferença e o seu desuso em relação a ventilação com suporte pressórico. O fluxo contínuo gerado pela CPAP não permite ao paciente variar com conforto suas necessidades ventilatórias. Os níveis de pressão intratorácica são maiores, pois o volume é dependente da pressão, e para se aumentar o volume é necessário se aumentar a pressão, exceto quando se utiliza sistemas externos com reservatório, o que por vezes traz alterações hemodinâmicas.

Para ser utilizado, esse método necessita de doentes com capacidade ventilatória mantida, geralmente sendo empregado em patologias parenquimatosas, puras, de pouca gravidade e/ou no processo de desmame.

A CPAP é uma modalidade adequada de suporte ventilatório para os pacientes que apresentam uma ventilação espontânea adequada, mas com hipoxemia persistente em razão do shunt fisiológico. Em geral, a ventilação é eficaz se um paciente adulto puder manter uma PaCO<sub>2</sub> normal ou baixa com ventilação minuto inferior a 10l/min. Além disso, não deve haver sinais e sintomas clínicos de fadiga da musculatura respiratória presentes.

Vários trabalhos relatam melhora evidente na PaO<sub>2</sub> após CPAP. A PaCO<sub>2</sub> não se alterou ou apresentou pequena variação, o débito cardíaco não se modificou significativamente, e não houve mudanças importantes na frequência cardíaca e na respiratória.

### **5 - PRVC – Volume Controlado por Regulação de Pressão**

A PRVC é uma modalidade de duplo controle, na qual o ventilador a partir de um pré determinado volume inspiratório interage com as grandezas pressóricas do tórax do paciente regulando a cada ciclo a pressão mínima necessária para alcançar o volume inspiratório determinado. É importante ressaltar que o volume levado em consideração pelo algoritmo da máquina é o que sai da mesma, e não o que chega ao paciente, obrigando-nos a avaliar também as possíveis perdas oriundas do circuito da via aérea artificial.

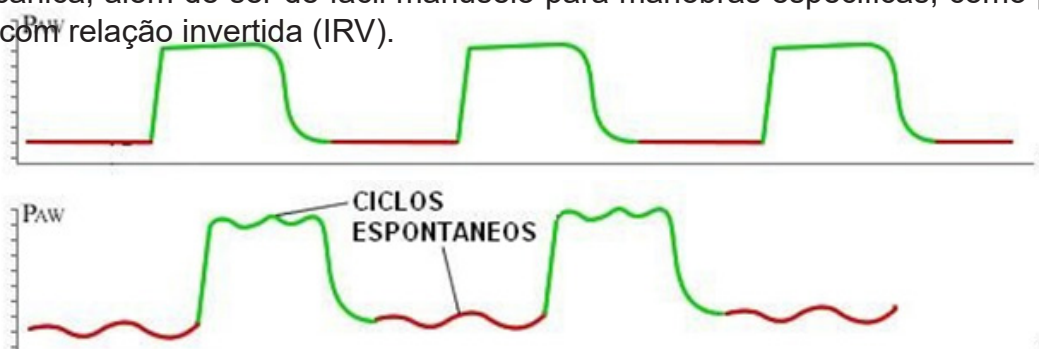
O ventilador inicia a entrega de um “ciclo teste” em modo VCV, ciclo esse necessário para que os transdutores de pressão e fluxo consigam captar a pressão de pico, pressão de plateau, a pressão média e a resistência das vias aéreas. A partir desse “ciclo teste”, os próximos ciclos enviados pelo ventilador serão em PCV, porém não com uma pressão pré determinada e sim com uma pressão regulada a cada ciclo, minimizando assim o risco de barotraumas, em virtude de uma diminuição da pressão de pico, pois a entrega de fluxo é realizada com um padrão de rampa desacelerada, e diminuído o risco de hipoventilação na medida em que o volume é assegurado. Além disso, o modo permite respirar espontaneamente durante a fase inspiratória, liberando o excesso de pressão graças a válvula expiratória ativa que os aparelhos que trabalham com esse modo possuem. Uma outra vantagem desse tipo de válvula é permitir variações bruscas da pressão inspiratória positiva (PIP), como a tosse, por exemplo, sem risco de barotraumas.

Esse modo beneficia principalmente o paciente em que se quer reduzir o risco de traumas induzidos por excesso de pressão, porém ser correto o risco de que o volume resultante seja inadequado para as necessidades do paciente. A entrega de fluxo com um padrão desacelerado permite que, para um mesmo volume se obtenha uma pressão de pico mais baixa quando comparada com outros modos em que a entrega de fluxo é constante.

Inspirado na modalidade de ventilação não invasiva com dois níveis pressóricos, a BIPAP, ou Bi-vent, tem um funcionamento parecido com esta, diferenciando-se no fato de que a BIPAP permite ventilação espontânea irrestrita, tanto no nível de Pressão Positiva Inspiratória (IPAP) quanto no nível da Pressão Positiva Expiratória (EPAP) (fig 02).

Em BIPAP, além de definirmos a IPAP (ou PEEP<sub>H</sub>) e a EPAP (ou PEEP<sub>L</sub>), também programamos o tempo (s) em IPAP, o tempo em EPAP, a pressão de suporte (PS) acima da IPAP e a pressão de suporte acima da EPAP. Essa programação é para o caso do paciente deflagrar ciclos espontâneos durante um dos dois momentos. Caso o paciente não esteja respirando, o modo BIPAP é muito similar ao PCV. Existe uma pressão referencia que funciona como a PEEP na ventilação convencional, e uma pressão inspiratória que funciona como a PCV. Porém, o paciente ganha mais liberdade para interagir com a máquina na medida em que lhe é permitido realizar ciclos suportados em qualquer momento, sendo esses ciclos sincronizados com o modo, por exemplo, se o modo estiver no momento de PEEP<sub>H</sub> e o paciente deflagrar um ciclo assistido nos últimos instantes do tempo determinado, o ventilador irá aguardar o paciente iniciar a exalação para cair ao nível do PEEP<sub>L</sub>.

Isso se traduz em conforto e adaptabilidade para o paciente, colocando o BIPAP como um bom modo ventilatório para ser utilizado durante todo o tempo em que o paciente permanece sob ventilação mecânica, além de ser de fácil manuseio para manobras específicas, como por exemplo a ventilação com relação invertida (IRV).



## Montagem do equipamento:

Na necessidade de início de suporte ventilatório por parte de algum paciente internado na UTI ou que esteja vindo para admissão na mesma, devemos estar preparados previamente. Este preparo envolve:

1. Conexões do ventilador instalados nas válvulas redutoras de pressão de oxigênio e ar comprimido (se necessário) e ligados em torno de 3 – 4 Kg/f cúbicos;
2. Colocar um circuito de teste: Normalmente não colocamos o circuito a ser utilizado para não infectá-lo. Dessa forma deixe sempre o circuito para o uso fechado a espera de uso em local específico no leito do paciente;
3. Testagem do ventilador: Ligar o mesmo na fonte de luz, colocar parâmetros em CMV e testar num pulmão de teste ( orientamos que deixe-o ciclar no mínimo 5 minutos , no caso de não haver paciente a espera, como em uma urgência). Mesmo sem uso é recomendável que os ventiladores fiquem ligados na fonte de energia, principalmente os com bateria interna;
4. Aguardar a necessidade de uso com a tranquilidade que o ventilador mecânico está pronto para uso.

## Sistema de alarmes

Todo ventilador tem um sistema de alarmes para permitir uma ventilação segura , nesse caso normalmente temos:

- Alarme de alta pressão e de baixa pressão;
- Alarme de alta e baixa frequência respiratória;
- Alarme de apnéia;
- Alarme de Volume minuto alto e baixo;
- Alarme de Volume corrente baixo;

Todos os alarmes devem ser adequados de acordo com o paciente a ser ventilado sendo muito importante estarem bem ajustados nos níveis limites possíveis para cada paciente. Só dessa forma ele realmente se torna funcionante e não começa a “viciar” os profissionais da UTI a não darem atenção para o mesmo. Citamos um exemplo:

Pac. X , ventilando em VCV – CMV, com os alarmes de pressão alta em 15 cmH<sub>2</sub>O, e para o volume determinado ele realiza uma pressão de admissão de 18cmH<sub>2</sub>O, com isso o ventilador alarma durante todo o tempo e se não bem ajustado, se vicia no botão de silêncio presente no display do aparelho. Nesse caso irônico percebemos que há um problema no ajuste, já que a pressão de admissão está no nível normal.

## Parâmetros iniciais do ventilador mecânico

**Todo ventilador mecânico tem parâmetros básico que devem ser conhecidos para que possibilitem um bom entendimento e um ajuste rápido. Estes são:**

- VC ou VT: Se refere com a quantidade de gás que adentra nas vias aéreas chamado de Volume corrente normalmente ajustados entre 7 a 8 ml/Kg;
- PF ou Fluxo inspiratório: O fluxo se relaciona com a velocidade da entrada do gás nas vias aéreas, sendo inversamente proporcional ao tempo inspiratório, sendo ajustado pela relação i:e ou senso 10% do VC;
- FR: frequência respiratória, a quantidade de incursões respiratória. É ajustada entre 12 a 20, evitando inversão na relação;
- PEEP: Pressão expiratória positiva final. Relaciona-se com a pressão que visa manter a esta-

bilidade das vias aéreas e alvéolos. É ajustada em torno de 5 a 8 cmH<sub>2</sub>O. Os valores de PEEP quando elevados aumentam a repercussão hemodinâmica;

- FiO<sub>2</sub>: Fração inspirada de oxigênio. Ela é ajustada no Blender do ventilador podendo ser analógico ou digital, que normalmente fica no display do aparelho vai de 21 a 100%;

### Referencias bibliográficas:

ULTRA RB. Fisioterapia Intensiva. 2 Ed. Ed. Guanabara Koogan. 2009.

ULTRA, R. B.; FERRARI, D.; COCA, V. Diretrizes para Assistência Ventilatória. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2009. SCANLAN, C.L.; WILKINS, R.L.; STOLLER, J. K. Fundamentos da Terapia Respiratória de Egan. São Paulo: Mosby, 2009. CARVALHO, C.R.R. Ventilação Mecânica. Vol.2 Avançado. São Paulo: Atheneu, 2003.

DAVID, C. M. Ventilação Mecânica: da fisiologia à prática clínica. Rio de Janeiro: Revinter, 2002

## MONITORIZAÇÃO RESPIRATÓRIA DURANTE ASSISTÊNCIA VENTILATÓRIA:

### Introdução:

O paciente em ventilação mecânica deve ser monitorizado. Monitorizar significa criar um sistema de vigilância. A monitorização do paciente grave permite diagnosticar, identifica a resposta ao tratamento e acompanhar a evolução do paciente determinando também a conduta terapêutica.

### Monitorização

#### CLÍNICA

Observar se está cooperativo, agitado, sonolento e o grau de inconsciência. Anotar quando sedado, o nível pela escala de Ramsay. Pacientes agitados devem ter sua causa diagnosticada.

A posição do paciente deve ser anotada. Cabeceiras do leito baixas diminuem a capacidade residual funcional e podem piorar a troca gasosa pulmonar. Também favorecem o refluxo de material gástrico e propiciam aspirações e pneumonia.

Observar sinais de aumento do trabalho ventilatório, batimentos das asas do nariz, tiragem, respiração paradoxal, se o paciente está interagindo em fase com o ventilador. Quando houver assincronia “briga”, identificar o motivo. Ajustes inadequados do ventilador: volume corrente e frequência respiratória incorretos, baixo fluxo inspiratório, fugas aéreas, dobras no circuito, PEEP intrínseca, hipóxia cerebral (choque, AVC, TCE, infecções do SNC), arritmias respiratórias, acidose, sepse, ansiedade, e dor são causas frequentes de má adaptação à prótese.

Observar o posicionamento do tubo oro traqueal, geralmente a introdução do tubo no adulto está adequada quando o número 23-25 cm está ao nível da comissura labial. A fixação do tubo é muito importante para evitar a extubação, não programada. Observar se o fixador do tubo está produzindo lesão nos lábios ou nas orelhas. A permeabilidade, dobras e tracionamento do tubo traqueal devem ser verificados. Observar o curativo da traqueostomia se há reação inflamatória periorifical. Anotar se há fuga aérea auscultando o pescoço. Verificar a pressão do balonete, que deve ser insuflado até não haver mais escapamento audível de gás; a pressão do balonete não deve ultrapassar a pressão de 25 mmHg para evitar isquemia da traquéia. O tubo traqueal deve estar a 3 cm da carina no paciente adulto.

A secreção aspirada deve ser anotada quanto a quantidade, cor e fluidez. A secreção pode ser espessa ou fluida, mucóide, sanguinolenta ou purulenta. Secreções espessas podem ser devidas a patologia do paciente ou má umidificação do gás. Há condensação no circuito? Se houver em grande quantidade, pode ser excesso de aquecimento do umidificador- aquecedor. Filtros – umidi-



ficadores muito úmidos podem aumentar a resistência aérea do circuito.

A expansão pulmonar deve ser observada de forma global e localizada. Olhe o paciente a partir dos pés da cama e verifique diferenças de expansão do tórax. Para auscultar o paciente, aumente antes o volume corrente, que irá melhor evidenciar os ruídos adventícios. Secreções, broncoespasmo, estertores crepitantes podem ser melhor identificados. Correlacione com a radiografia do tórax. Anote o modo ventilatório, a FR, o VC, as pressões do ventilador, o fluxo inspiratório, a relação I:E, a FiO<sub>2</sub>, a PEEP em formulário apropriado. Variações evolutivas das pressões e do volume devem ter causas diagnosticada.

Anote a PA e a frequência do pulso. Verifique se há turgência jugular, se a perfusão periférica está boa, se há diminuição do pulso pedioso (bom- indica bom índice cardíaco), , temperatura das extremidades.

Observar o abdome, que pode interferir na mecânica ventilatória, observar se há distensão. A síndrome compartimental abdominal pode, por aumento da pressão, comprimir o tórax e produzir grave restrição pulmonar.

### **CAUSAS DE BRIGA(assincronia) ENTRE O PACIENTE E O VENTILADOR MECÂNICO:**

#### **CAUSAS RELACIONADAS COM O PACIENTE: AGITAÇÃO E ANSIEDADE:**

- Sedação inadequada
- Dor
- Abstinência de droga (cocaína, etc...)
- Abstinência de álcool
- Hipertireoidismo
- Psicopatias previamente existentes

#### **PROBLEMAS DAS VIAS AÉREAS:**

- Herniação do balonete
- Balonete desinsuflado
- Exteriorização do tubo oro traqueal e extubação
- Intubação seletiva

#### **AUMENTO SÚBITO NA PRESSÃO:**

- Broncoespasmo
- Secreções
- Dobra do tubo oro traqueal
- Água no circuito
- Alteração aguda da complacência estática
- Pneumotórax hipertensivo
- Edema pulmonar

#### **ALTERAÇÃO NO ESTÍMULO RESPIRATÓRIO:**

- Hiperventilação central
- Fadiga respiratória
- Acidose
- Má perfusão encefálica
- Hipertensão craniana ( Ex:ressangramento) ALTERAÇÃO AGUDA V/Q:
- Embolia pulmonar
- Hipoxemia conseqüente mudança de decúbito
- Aspiração

**CAUSAS RELACIONADAS COM O VENTILADOR:**

- Sensibilidade do ventilador (endurecimento)
- Fluxo inspiratório inadequado
- Suporte ventilatório inadequado
- Escapamento de gás pelo circuito
- Desconexão do paciente do ventilador

**RADIOGRAFIA DO TÓRAX:**

No paciente grave em ventilação mecânica deve ser realizada radiografia do tórax diariamente e sempre que houver piora funcional e após a realização de métodos invasivos (punções ve-nosas profundas, intubação traqueal, etc...). Anotar a posição da extremidade distal do TOT. Lesões de hipotransparência pulmonares freqüentes são por atelectasia, pneumonia, aspiração, SARA, edema cardiogênico, e embolia pulmonar. Saber se o paciente já apresentava lesão pleuropulmonar antes da internação e da ventilação mecânica.

**MECÂNICA VENTILATÓRIA:**

Os parâmetros utilizados para monitorização do paciente durante a ventilação mecânica são:

- Pressão inspiratória máxima (P<sub>adm</sub> ou P<sub>pico</sub>)
- Pressão de platô
- Complacência estática do sistema respiratório (C<sub>est</sub>)
- Complacência dinâmica do sistema respiratório (C<sub>din</sub>)
- Resistência de vias aéreas (RAW)
- PEEP intrínseca ou auto-PEEP
- Pressão de oclusão no primeiro 0,1s (P<sub>0,1</sub>)
- (Frequência respiratória) FR, (volume corrente) VC, (volume minuto) VM, (capacidade vital) CV espontânea
- PI máx, PE Max (dados da monovacuumetria)
- Índice de respiração rápida e superficial (Índice de Tobin = FR/VC em litros)

Pressão inspiratória Máxima (P<sub>máx</sub> ou P<sub>pico</sub>): A pressão inspiratória do sistema durante a ventilação mecânica depende das condições mecânicas do sistema respiratório, dos tubos e circuitos e dos ajustes do ventilador mecânico. Durante a ventilação por volume, alterações diretas ou indiretas nas condições mecânicas aumentarão a pressão, como por exemplo, broncoespasmo ou pneumotórax. O aumento da frequência respiratória pode encurtar o tempo expiratório e gerar auto-PEEP e indiretamente aumentar a pressão do sistema.

Para evitar o barotrauma devem ser evitadas pressões de pico acima de 45 cmH<sub>2</sub>O.

Pressão de platô: A pressão de platô depende do volume corrente, da elasticidade do sistema respiratório (complacência da caixa torácica e pulmonar). A pressão de platô correlaciona-se à pressão alveolar (P<sub>alv</sub> = P<sub>platô</sub>) Pressões alveolares acima de 35cmH<sub>2</sub>O devem ser evitadas. Mesmo nos ventiladores mais simples pode-se determinar a pressão de platô através de pausa inspiratória de 3 a 5 segundos ou pelo método de oclusão da válvula expiratória. Complacência Estática do Sistema Respiratório- C<sub>st,sr</sub>: Deve-se utilizar rotineiramente na prática clínica para avaliação da gravidade da lesão do parênquima pulmonar e avaliação evolutiva da função pulmonar. Ao ser medida deve-se aplicar uma pausa inspiratória durante cerca de 2 segundos, com o paciente relaxado. É calculada a partir do volume corrente e da diferença entre a pressão de platô e a PEEP total (extrínseca e intrínseca)

$$C_{st,sr} = VC / P_{platô} - PEEP$$

VALOR NORMAL= 60 à 100ml/cmH<sub>2</sub>O

Complacência Dinâmica do Sistema Respiratório – C<sub>dyn,sr</sub>: A complacência dinâmica sofre a influência de diferentes fatores, tais como a própria complacência estática, a resistência das vias aéreas, resistência do tecido pulmonar e a elasticidade do sistema respiratório. É calculada pela relação entre o volume corrente e a diferença da pressão de pico e a PEEP total

$C_{dyn,sr} = VC / (P_{pico} - PEEP)$

VALOR NORMAL: 40 à 60- 50 à 80 ml/cmH<sub>2</sub>O

Resistência Aérea- R<sub>aw,sr</sub>: A resistência aérea do sistema respiratório varia com as características mecânicas das vias aéreas, do diâmetro interno do tubo traqueal e do fluxo gasoso. Tubos traqueais finos, hipersecreção, broncoespasmo, podem apresentar aumento da resistência. É calculada pela relação entre as pressões e o fluxo gasoso.

$R_{aw,sr} = (P_{pico} - P_{platô}) / FLUXO \text{ l/seg}$

VALOR NORMAL: 4 à 7 cmH<sub>2</sub>O/l/seg

PEEP intrínseca ou Auto-PEEP: Auto-PEEP é o resultado do esvaziamento incompleto dos pulmões ao final da expiração, promovendo um represamento de ar não detectado nas vias respiratórias, ou seja, a pressão alveolar permanece com valor positivo e superior aos das vias aéreas ao final da expiração. Principalmente avaliada nos pacientes com quadro pulmonar evoluindo com obstrução da via aérea, corresponde a uma pressão positiva presente ao nível dos alvéolos. Alguns ventiladores indicam em seus displays, os que não apresentam a forma mais simples de medir a auto-PEEP, consiste no fechamento da válvula expiratória, após o paciente ter exalado todo o ar dos pulmões, e interrompendo um novo ciclo inspiratório, pode ser lido diretamente no manômetro o valor da pressão positiva média que estava oculta nos alvéolos. A PEEP intrínseca ocorre geralmente nos pacientes com obstrução ao fluxo aéreo, frequência respiratória alta, tempo expiratório curto, volumes correntes altos.

Pressão de oclusão no primeiro 0,1 segundo da inspiração (P<sub>0,1</sub>): Avaliação do drive respiratório pode ser feita pela medida de oclusão no primeiro 0,1 segundo (100 milissegundos) do início da inspiração-P<sub>0,1</sub>, mede o nível de estimulação do centro respiratório, presente em alguns ventiladores mecânicos microprocessados. Tem como valor normal = 1,2 a 1,9 cm H<sub>2</sub>O. Valores de P<sub>0,1</sub> > 4,0 a 6,0 cmH<sub>2</sub>O (indicam hiperestimulação central), assim como da FR > 35 associam-se a falha do desmame da prótese ventilatória.

FR (frequência respiratória), VC (volume corrente), VM (volume minuto) e CV (capacidade vital): (ESPONTÂNEA): Estes parâmetros relacionam-se com a mecânica ventilatória, o trabalho respiratório e a troca gasosa alveolar. Podem auxiliar na avaliação para diminuir o suporte ventilatório e programar o desmame da prótese. O paciente no momento desta avaliação deve ser desacoplado da prótese e conectado a um ventilômetro.

- FR - A frequência respiratória resulta da contração muscular conseqüente ao estímulo do centro respiratório. Tem influência voluntária e de vários mecanismos fisiológicos e bioquímicos. Indica a excitação do centro respiratório. FR acima de 35 indicam aumento do trabalho ou hiperexcitação do centro respiratório, assim como FR abaixo de 10 ipm indicam diminuição da estimulação do centro respiratório.
- VC - O volume corrente normal é de 5 a 6 ml/Kg de peso corporal. Durante a ventilação mecânica geralmente são utilizados volumes mais altos. Quando em ventilação espontânea, volumes correntes diminuídos e frequências respiratórias baixas indicam alteração do centro respiratório.
- VM - Será o volume mobilizado em 1 minuto, também é determinado pelo produto do VC pela FR apresenta-se como valor de normalidade 5 à 8 litros por minuto, valores acima de 10 a 12 litros por minuto indicam aumento do trabalho respiratório, ou estímulo do centro respiratório aumentado.

- CV - A manobra de avaliação da capacidade vital pode ser realizada à beira do leito utilizando um ventilômetro acoplado diretamente na via aérea artificial, como a manobra da CV depende do esforço, as mensurações podem ser obtidas somente em pacientes cooperativos. A manobra da CV representa uma mensuração integrada da função coordenada dos músculos inspiratórios e expiratórios em relação à complacência pulmonar e da parede torácica. Os indivíduos saudáveis são capazes de gerar uma CV de aproximadamente 65 a 75 ml/Kg. Valores inferiores a 65 ml/Kg indicam um processo restritivo generalizado, o qual pode ser decorrente da fraqueza neuromuscular, de volumes pulmonares diminuídos agudamente ou de doença parenquimatosa crônica. Uma CV inferior a 10-15 ml/Kg indica uma fraqueza muscular importante, a qual pode comprometer a capacidade ventilatória espontânea.

Pressão inspiratória máxima (Pimáx): A mensuração da Pi-máx deve ser realizada com um aparelho específico chamado de manuvacuômetro, e não necessita da colaboração do paciente pode ser realizada em pacientes inconscientes. É uma mensuração mais específica do que a CV, fornecendo informações somente sobre o débito dos músculos inspiratórios contra um estímulo máximo. O estímulo máximo é produzido pela oclusão total da via aérea ou pelo impedimento do fluxo inspiratório do gás. Vai indicar a força dos músculos inspiratórios, deve-se acoplar o manuvacuômetro na via aérea artificial do paciente e obstrui-se a s a vias aérea aproximadamente durante 20 segundos, observando e registrando a deflexão máxima do manômetro, realiza-se 2 a 3 mensurações e o melhor resultado deve ser anotado. Os valores são expressos em cm/H<sub>2</sub>O e negativos. O valor normal da Pi max está entre -80 a -120 cm/H<sub>2</sub>O, valores abaixo de -80 cm/H<sub>2</sub>O indicam fraqueza muscular, abaixo de -40 cm/H<sub>2</sub>O fadiga muscular respiratória e menores que -20 cm/H<sub>2</sub>O falência muscular respiratória. (tabela de Black e Hyatt). A PE max também pode ser avaliada com intuito de verificar a força muscular dos músculos expiratórios também com valor de normalidade entre +80 a + 120 cm/H<sub>2</sub>O.

Índice de Respiração Superficial (Índice de Tobin): É a relação entre a frequência respiratória espontânea do paciente e o volume corrente espontâneo em litros, tornando possível a obtenção de um prognóstico de sucesso ou insucesso no desmame do ventilador mecânico. Os valores mensurados acima de 105 descrevem o insucesso no desmame, porque com grande evidência clínica este valor indica uma alteração no padrão da respiração voluntária do paciente suficiente para torna-la superficial, rápida e fadigante sem ajuda do suporte ventilatório. Alguns autores dividem este índice em três valores:

Abaixo de 105 – predizem sucesso Entre 105 e 120- predizem precaução Acima de 120- predizem insucesso.

TROCA GASOSA PULMONAR: Pode ser determinada por meio de parâmetros de ventilação e de oxigenação. Inclui o dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>) e o oxigênio (PaO<sub>2</sub>) devem ser avaliados a partir da gasometria arterial.

VENTILAÇÃO: Pode ser avaliada através de métodos hemo-gasométricos, principalmente pelo PaCO<sub>2</sub> e pela análise do ar expirado (ETCO<sub>2</sub>)

Pressão Parcial de Gás Carbônico no Sangue Arterial- PaCO<sub>2</sub>: A PaCO<sub>2</sub> relaciona-se com a pressão alveolar de gás carbônico. O valor normal da PaCO<sub>2</sub> é de 35 a 45 mmHg. A PaCO<sub>2</sub> e a PaO<sub>2</sub> tem relações inversas com a ventilação alveolar. Assim quando há diminuição da ventilação alveolar (hipoventilação alveolar), há aumento da PaCO<sub>2</sub> (>45mmHg) e acidose respiratória

Capnografia: A capnografia, através da quantificação directa da fracção expirada de dióxido de carbono (ETCO<sub>2</sub>) e, indirecta, das pressões parciais arteriais de CO<sub>2</sub>, constitui um método de monitorização. Constitui um indicador em tempo real da função ventilatória, possibilita a detecção de episódios de depressão respiratória, nas suas fases mais precoces; nesse sentido, foi recente-

mente proposta como método adicional de monitorização, com vantagens comprovadas em termos de eficácia e segurança, ao permitir uma melhor titulação dos fármacos e menor incidência de potenciais efeitos adversos dos mesmos.

É a determinação da PCO<sub>2</sub> expirada (PECO<sub>2</sub>). A técnica de coleta de gás para medir a PECO<sub>2</sub> implica em uma amostra de gás expirado coletado no saco de Douglas, ou através de um aparelho chamado capnógrafo com um sensor onde é acoplado ao tubo traqueal e no ramo expiratório do circuito do ventilador, medindo a PECO<sub>2</sub> do final da expiração (PETCO<sub>2</sub>).

A PETCO<sub>2</sub> expressa o CO<sub>2</sub> do gás alveolar. Para monitorização à beira do leito, considerando que a PaCO<sub>2</sub> e a PACO<sub>2</sub> são iguais, a PETCO<sub>2</sub> mede a PACO<sub>2</sub> e conseqüentemente, a PaCO<sub>2</sub>. Entretanto, pode haver uma diferença entre a PaCO<sub>2</sub> e a PETCO<sub>2</sub> de 0 a 5 mmHg. A monitorização da PETCO<sub>2</sub> está indicada para:

1. Estimar a PaCO<sub>2</sub>
2. Certificar de que a intubação está nas vias aéreas e a ventilação pulmonar adequada. A análise da curva de CO<sub>2</sub> expirada pode orientar a localização do tubo traqueal (intubação esofágica), desconexão do ventilador, obstrução das vias aéreas, extubação acidental.
3. Alterações que aumentam a produção de CO<sub>2</sub> elevam a PETCO<sub>2</sub>, por exemplo na febre e orienta no diagnóstico de hipertermia.
4. Avaliar as alterações da relação ventilação – perfusão alveolar. Alterações que aumentem a ventilação de espaço morto (tubos, conexões dos ventiladores), altos volumes correntes, altas PEEPs consequentes a distensão alveolar e compressão capilar, alteração da circulação pulmonar e da perfusão alveolar (embolia pulmonar, hipovolemia, diminuição do débito cardíaco) produzirão menor PETCO<sub>2</sub> e conseqüentemente aumentarão a diferença entre a PaCO<sub>2</sub> e a PETCO<sub>2</sub>.

Espaço Morto Fisiológico: VD/VT: Denomina-se espaço morto fisiológico a região do aparelho respiratório onde não há troca gasosa. O espaço morto fisiológico compreende as vias aéreas, as regiões pulmonares onde o coeficiente ventilação – perfusão alveolar está aumentado e as áreas não perfundidas. Durante a ventilação mecânica, somam-se os circuitos internos e externos do ventilador mecânico, os tubos traqueais e filtros-umidificadores colocados no circuito.

A determinação de VD/VT pode ser feita através da equação de Bohr modificada:  $VD/VT = \frac{PaCO_2 - PECO_2}{PaCO_2}$

O coeficiente VD/VT, normal é  $\leq 0,4$ , isto é, até 40% do volume corrente não participa da troca gasosa pulmonar.

## **OXIGENAÇÃO:**

Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial-PaO<sub>2</sub>: É a medida da pressão de oxigênio coletado, do sangue arterial. O valor normal é de  $\geq 80$  mmHg, mas pode ser inferior em pacientes idosos. A PaO<sub>2</sub> vai depender da fração inspirada de oxigênio do gás inalado, (FiO<sub>2</sub>), da ventilação alveolar, da relação ventilação / perfusão alveolar, do shunt arteriovenoso pulmonar e da difusão.

A PaO<sub>2</sub> normal conforme a idade do paciente pode ser avaliada pela equação:  $PaO_2 = 109 - (idade \times 0,43)$  mmHg

Relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: Também chamado de índice de oxigenação arterial, sendo o melhor indicador da troca gasosa de oxigênio. A avaliação da PaO<sub>2</sub> deve ser sempre relacionada à FiO<sub>2</sub>. A PaO<sub>2</sub> normal é aproximadamente 5 vezes o valor da FiO<sub>2</sub>. Para FiO<sub>2</sub> de 30% espera-se PaO<sub>2</sub> próxima

a 150mmHg.

A relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> orienta a evolução da troca gasosa pulmonar. Valores da PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiores a 300 evidenciam importante distúrbio da troca gasosa. Na SARA está <300.

Saturação Arterial de Oxigênio: SaO<sub>2</sub> e SpO<sub>2</sub>

A oximetria de pulso constitui pois um método de monitorização standard e imprescindível, não obstante as limitações enquanto indicador do status ventilatório do doente. Qualquer episódio de depressão respiratória pode demorar um ou mais minutos a ser detectado, sobretudo em procedimentos com administração suplementar de oxigênio ou em que não é possível visualizar os movimentos torácicos.

Apesar do atraso na detecção do compromisso ventilatório ser geralmente bem tolerado, ele pode ser problemático em doentes com patologia associada, ou seja, precisamente naqueles com risco maior de dessaturação rápida e marcada.

Pode ser determinada de modo intermitente ou contínuo e por método invasivo (SaO<sub>2</sub>, punção arterial) ou não invasivo (SpO<sub>2</sub>, oximetria de pulso). A saturação arterial de oxigênio normal é 97 + ou - 2%. Na hipotensão arterial, quando há vasoconstrição periférica e nos estados de hipoperfusão (choque), a oximetria de pulso não fornece valores corretos.

Diferença Alveoloarterial de Oxigênio- D(A-a)O<sub>2</sub>: A diferença alveoloarterial de oxigênio mostra a troca gasosa. Aumenta quando há dificuldade da transferência de oxigênio do alvéolo para o sangue por qualquer mecanismo fisiopatológico.

$D(A-a) O_2 = PAO_2 - PaO_2$

$PAO_2 = (PB - PH_2O) \times FiO_2 - PaCO_2 / QR$

PAO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio alveolar

PB: pressão barométrica (760 à nível do mar)

PH<sub>2</sub>O: pressão de vapor de água (47)

FiO<sub>2</sub>: fração inspirada de oxigênio, sendo para ar ambiente 0,21 e oxigênio puro (100%) de 1,0

PaCO<sub>2</sub>: pressão parcial de CO<sub>2</sub> no sangue arterial

QR: quociente respiratório. Usualmente 0,8

Valor normal: 0,21-----10 a 25mmHg 1,0-----< 250mmHg

Curto Circuito Shunt Arteriovenoso Pulmonar- QS/QT: O Curto circuito reflete áreas do pulmão onde a transferência de oxigênio tende a zero, isto é, reflete a porcentagem de sangue ou débito cardíaco que não é oxigenada. Normalmente o shunt é < ou = 7%. Aumenta nas patologias pulmonares, sendo na SARA superior a 15 a 20%. Curto circuitos arteriovenosos pulmonares acima de 30% indicam importante gravidade e ameaçadora diminuição da oxigenação. O shunt pulmonar pode ser medido de modo prático usando-se ventilação com FiO<sub>2</sub> = 1,0 (100%) durante tempo igual ou superior a 20 minutos, para que ocorra lavagem do nitrogênio alveolar. Pela equação:

$QS/QT = D(A-a) O_2 \times 0,0031 / (CaO_2 - CvO_2) + D(A-a) O_2 \times 0,0031 \times 100$  Sendo:

CaO<sub>2</sub> - CvO<sub>2</sub> : diferença entre o conteúdo arterial e venoso misto de oxigênio. Normalmente é de 4 a 7%. 0,0031 = coeficiente de solubilidade de O<sub>2</sub> no plasma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society of Anesthesiologists Task Force on Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. Anesthesiology 2002

Apr;96(4):1004-17.

Levine DA, Platt SL. Novel Monitoring techniques for use with procedural sedation. *Curr Opin Pediatr.* 2005 Jun; 17(3): 351-4.

Koniaris LG, Wilson S, Drugas G, Simmons W. Capnographic monitoring of ventilatory status during moderate (conscious) se-dation. *Surg Endosc.* 2003 Aug;17(8):1261-5.

Wilcox CM. Efficiency issues in sedation and monitor-ing. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 2004 Oct; 14(4): 647-56. Miner JR, Heegaard W, Plummer D. End-tidal carbon dioxide monitoring during procedural sedation. *Acad Emerg Med.* 2002 Apr;9(4):275-80.

Segundo Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica Item 06 : Controle do Paciente em Ventilação Mecânica Aranha AGA, Forte V, Perfeito JAJ, Leão LEV, Imaeda CJ, Juliano Y: Estudo das pressões no interior dos balonetes de tubos traqueais. *Revista Brasileira de Anestesiologia* 2003, 53: 728-736.

45 Barbosa PMK, Santos BMO: Alterações morfológicas em traquéias de pacientes intubados em função do tempo de intubação.

*Revista Latino Americana de Enfermagem* 2003, 11: 727-733.

Bast Y, Backer D, Moraine JJ, Lemaire M, Vandernborght C, Vincent J L: The cuff leak test to predict failure of tracheal extu-bation for laryngeal edema. *Intensive Care Med.* 2002, 28: 1267- 1272.

Braz JCR, Navarro LHC, Takata IH, Júnior PN: Endotracheal tube cuff pressure: need for precise measurement. *São Paulo Medical Journal* 1999, 117: 243-247.

Castilho EC, Braz JRC, Catâneo AJM, Martins HG, Gregório EA, Monteiro ER: Efeitos da pressão limite (25cmh<sup>20</sup>) e mínima de "selo" do balonete de tubos traqueais sobre mucosa traqueal do cão. *Revista Brasileira de Anestesiologia* 2003, 53: 737-755.

Costa, Auler Júnior e Gomide, Amaral; *Assistência Ventilatória Mecânica.* 1a edição, Editora Atheneu, S.P., 1998.

Ultra RB, Coca V, Ferrari D. *Diretrizes para assistência ventilatória.* Ed. Cultura Médica. 2000

