

USO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA EM PACIENTES COM EDEMA AGUDO DE PULMÃO CARDIOGÊNICO

Data de submissão: 04/10/2024

Data de aceite: 01/11/2024

Roberta Kelly Mendonça dos Santos
<http://lattes.cnpq.br/0801438140037654>

Mariana Lúcia Correia Ramos Costa
<http://lattes.cnpq.br/3816260271337272>

Fábio Correia Lima Nepomuceno
<http://lattes.cnpq.br/4833305865492242>

Ivaldo Menezes de Melo Júnior
<http://lattes.cnpq.br/9463541852050006>

Sonaly de Lima Silva
<http://lattes.cnpq.br/7287991282662382>

As Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica (2024) definem o suporte ventilatório não invasivo como o método de ventilação artificial que utiliza a pressão positiva sem o uso de tubos endotraqueais ou cânula de traqueostomia, como ocorre na ventilação mecânica invasiva. Seu mecanismo consiste basicamente em ofertar ar às vias aéreas por meio de uma interface externa naso-facial, dentro de um circuito fechado, alterando o princípio fisiológico da ventilação.

A VNI foi inicialmente aplicada na epidemia de poliomielite entre os anos de 1930 a 1950, utilizando pressão negativa por meio do conhecido “pulmão de aço” que consistia na aplicação de pressão subatmosférica externa ao tórax, simulando a inspiração, ao passo que a expiração ocorria de forma passiva. Nos anos 40 e 50, com o desenvolvimento da VNI por pressão positiva, o suporte ventilatório com uso de pressão negativa foi perdendo o seu lugar, sendo que somente na década de 80, com a introdução do CPAP (contínuos positive

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a utilização da ventilação mecânica tem passado por constantes evoluções que buscam oferecer aos pacientes o suporte à vida de modo mais eficiente e confortável. Nesse contexto, a ventilação não invasiva ganha amplo espaço no tratamento de pessoas criticamente enfermas, surgindo como adjunta no tratamento de doenças que comprometem a capacidade do indivíduo ventilar e manter suas trocas gasosas (MACHADO, 2018)

airway pressure) para tratamento da síndrome da apnéia obstrutiva do sono (SAOS), esta técnica começou a ganhar maior capilaridade e divulgação (FERREIRA et al, 2009).

A partir de então, um número crescente de ensaios clínicos e estudos experimentais publicados criou uma casuística consistente que comprovou a eficácia da ventilação não invasiva em evitar a intubação orotraqueal, reduzindo, portanto, as complicações a ela associadas, dentre as quais destaca-se a redução da mortalidade e tempo de internação hospitalar, quando aplicada de modo adequado (DAVID-JOÃO et al., 2018).

Habitualmente, os equipamentos regulados por pressão são os mais utilizados, já que apresentam menor custo, maior capacidade de compensação de fugas e são mais bem tolerados pelos pacientes, de modo que mesmo aqueles que necessitam permanecer mais tempo na terapia, conseguem aceitar melhor o recurso, se beneficiando dos efeitos positivos da técnica sobre a comprometida função pulmonar do doente (ALRADDAR, 2019).

Sendo a insuficiência respiratória aguda (IRA) a principal indicação do suporte ventilatório não invasivo, é importante lembrar que nessa condição clínica, o sistema respiratório é incapaz de manter a troca gasosa adequada com o ambiente, seja por incorreto fornecimento de oxigênio aos tecidos, seja pela inadequada remoção de gás carbônico. Com a falha das trocas gasosas, o sistema cardiorrespiratório adota estratégias que busca compensar esta condição, aumentando o drive e o trabalho respiratório, a frequência respiratória e cardíaca, além do trabalho cardíaco. Estas compensações antecedem as alterações gasométricas, que na presença de uma PaO_2 menor que 60 mmHg e saturação de O_2 menor que 90% sem hipercapnia determinam a IRA hipoxêmica, enquanto a IRA hipercápnica é caracterizada pela hipoventilação alveolar, que resulta em $PaCO_2 > 45-55$ mmHg, com $pH < 7,30-7,35$. (DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 2024).

A VNI reduz o trabalho respiratório na medida em que fornece auxílio mecânico direto à musculatura respiratória, melhorando a oxigenação e/ou reduzindo a retenção de CO_2 , e na maioria das vezes, evitando a intubação endotraqueal. Ela torna mais eficiente o padrão respiratório, reduz a sobrecarga do sistema cardiovascular, abre pequenas vias aéreas e unidades alveolares colapsadas tornando mais eficiente a troca gasosa e melhorando a impedância do sistema respiratório. O resultado final de uma terapia eficaz é a melhora clínica da dispneia, do padrão respiratório, do trabalho muscular respiratório exacerbado e das alterações gasométricas, que culminam para melhora do conforto do paciente crítico (PIRAINO, 2019).

O doente crítico é caracterizado pelo desenvolvimento de uma ou mais condição que compromete sua homeostase orgânica, o colocando em risco imediato de morte, de modo que as prioridades terapêuticas para este indivíduo se concentram no restabelecimento precoce do equilíbrio de suas funções, por meio de tratamento intensivo. Embora essas intervenções possam envolver o suporte neurológico, nutricional, renal, metabólico entre outros, há uma grande preocupação com as situações de disfunção ventilatória, uma vez

que a necessidade de suporte ventilatório invasivo está associada a elevada permanência na UTI e hospital, com consequente risco de surgimento de outros agravos à saúde do paciente (SANTOS et al., 2024).

A nível hospitalar, a DPOC está entre as condições que mais frequentes comprometem a função respiratória, sinalizando a necessidade de potencial aplicação da VNI como abordagem inicial com vistas à resolução ou melhora do quadro, sem que se proceda a intubação endotraqueal (MACHADO, 2018).

Os pacientes com DPOC agudizada apresentam aumento do trabalho respiratório pela presença de PEEP intrínseco, que caracteriza a hiperinsuflação dinâmica com aprisionamento de ar, comum nessa entidade nosológica respiratória, em virtude da obstrução crônica ao fluxo aéreo e redução da retração elástica pulmonar (PRASAD et al, 2020).

Com um grau de recomendação “A”, a VNI deve ser usada como tratamento de primeira escolha para pacientes com agudização da DPOC, principalmente nos casos de exacerbação com hipoventilação alveolar e acidemia. O suporte não invasivo melhora a acidose respiratória, aumentando o pH, melhora as trocas gasosas, reduz a dispneia e o trabalho respiratório, aumentando a sobrevida e reduzindo o risco da necessidade do suporte ventilatório invasivo (SHAH et al. 2018)

Diante desse contexto, observa-se que tanto a prática clínica quanto as referências literárias relacionadas à ventilação não invasiva aplicada a esses dois quadros pulmonares frequentemente atendidos nas UTIs indicam os benefícios na reversão da insuficiência respiratória aguda e aumento da sobrevida. Porém, o conhecimento da forma adequada de aplicação, das repercussões fisiológicas da pressão positiva e dos fatores preditivos de falha e sucesso são fundamentais para o alcance dos resultados desejados e redução das complicações associadas à terapia no paciente crítico.

Aspectos conceituais e históricos da ventilação mecânica não invasiva

A ventilação mecânica não invasiva refere-se a aplicação de um suporte ventilatório sem recurso a método invasivo da via aérea. Ela é administrada por meio de máscara ou dispositivo semelhante, que funciona como interface paciente/ respirador, em substituição às próteses endotraqueais ou traqueostomia (DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VM, 2013).

A primeira forma de utilização da ventilação não invasiva se deu através do respirador conhecido como “pulmão de aço”. Esse equipamento consistia de uma câmara que exercia pressão negativa sobre o paciente para expandir sua caixa torácica e expandir os pulmões. O “pulmão de aço” foi bastante utilizado durante a epidemia da poliomielite, em 1952, (FIGURA 1) mas o número limitado de equipamentos resultou no grande número de óbitos pelo mundo, e trouxe à tona a necessidade de um mecanismo que substituísse a ventilação pulmonar de modo mais eficaz, seguro e confortável. Foi então que um anestesista testou

a traqueostomia com introdução de um reanimador manual, provando a eficiência da ventilação invasiva, que se tornou o procedimento padrão no tratamento das disfunções pulmonares (FERREIRA et al., 2009).



FIGURA 1- Pulmão de aço em pacientes com poliomielite

Fonte: Google, 2024.

Ao longo dos anos seguintes, a intubação endotraqueal e o uso da ventilação mecânica invasiva foi a conduta tradicionalmente adotada nos cuidados dos pacientes críticos. Somente na década de 80, o surgimento do CPAP como estratégia mais adequada para tratamento dos distúrbios do sono alavancou o uso da VNI, despertando interesse de estudiosos para a análise das repercussões da terapia no tratamento da insuficiência respiratória aguda (IRA). Somente da década de 1990, com o avanço tecnológico e estudos metodologicamente adequados, a VNI passa a ter sua indicação comprovada no tratamento IRA. A partir de então, os conhecimentos e recursos para utilização da VNI aumentaram substancialmente em pacientes críticos e atualmente, ela é considerada a primeira linha de tratamento das IRAs, quando não há contraindicação (KEENAM et al., 2011).

Indicações e contra-indicações

Similarmente a ventilação invasiva, a VNI pode trazer benefícios capazes de reverter

complicações pulmonares importantes que culminam em IRA. Adicionalmente aos feitos positivos diretos na função pulmonar, o uso da terapia tem sido cada vez mais estimulado pela possibilidade de prevenção das complicações associadas à ventilação mecânica invasiva, que incluem a aspiração de conteúdo gástrico, traumas de orofaringe, estenose traqueal, pneumonias associadas à ventilação mecânica (PAV), além do maior risco de morte e internação hospitalar, que gera mais custo aos serviços de saúde (DAVID-JOÃO et al., 2018).

A ventilação não invasiva proporciona suporte ao trabalho dos músculos da respiração, tornando mais eficiente o padrão respiratório, que reduz a sensação de dispneia. Ela diminui a sobrecarga do sistema cardiovascular, promove a redistribuição do líquido alveolar, recruta unidades alveolares colapsadas, melhorando a relação V/Q e trocas gasosas e, portanto, melhora as alterações gasométricas que caracterizam a IRA hipoxêmica e hipercápnica (TONELLI et al., 2020).

O uso da VNI em pacientes críticos acometidos por disfunções pulmonares diversas, tem sido investigado por vários pesquisadores, e apesar de seu uso ampliado, a avaliação e a seleção criteriosa dos doentes elegíveis é obrigatória para o alcance dos melhores resultados clínicos. Seu uso já é bem estabelecido em situações como na exacerbação da DPOC, no EAP cardiogênico, no pós-operatório de cirurgias toracoabdominais, pneumonias intersticiais, doenças neuromusculares e deformidades torácicas, além do desmame da ventilação mecânica invasiva, onde atua como adjuvante, aumentando a possibilidade de uma extubação eficaz e mais segura. Há casos específicos em que, muito embora a terapia possa trazer resultados favoráveis, ainda é necessário mais ensaios clínicos que estabeleçam as evidências de seu uso como primeira linha, como ocorre no tratamento na SARA e crise asmática. Nesses doentes, a avaliação prévia à terapia deve ser rigorosamente realizada, a fim de evitar a piora do prognóstico por retardo da intubação (II CONSENSO DE VNI, 2007; HE et al., 2019)

Embora a VNI seja útil em muitos casos, ela não é indicada para todos os tipos de pacientes, e a adequada seleção dos candidatos ao seu uso é o primeiro passo para o sucesso da técnica.

Sendo a ventilação não invasiva uma modalidade de suporte ventilatório parcial, sujeita a interrupções, a terapia não deve ser utilizada em pacientes totalmente dependentes de ventilação mecânica para se manterem vivos, como nos casos de parada cardiorrespiratória. A cooperação do paciente é importante para o sucesso da VNI, tornando o seu uso limitado naqueles com rebaixamento do nível de consciência ou agitação. Ademais, pela inexistência de uma prótese traqueal para uso da terapia, atenção especial deve ser dada a seleção de indivíduos secretivos, com dificuldade de manter as vias aéreas pervias por déficit de tosse e/ou deglutição. Pacientes com distensão abdominal ou vômitos, pós-operatório de cirurgias gástricas, trauma de face, lesão aguda e/ou sangramento de via aérea são também consideradas limitações ao uso da VNI, como registram as Diretrizes

CONTRAINDICAÇÕES A VNI

ABSOLUTAS

- Necessidade de Intubação de emergência;
- parada cardíaca ou respiratória.

RELATIVAS

- Incapacidade de cooperar, proteger as vias aéreas, ou secreção abundantes;
- Rebaixamento de nível de consciência (exceto acidose hipercápnica em DPOC);
- Cirurgia facial ou neurológica;
- Trauma ou deformidade facial;
- Alto risco de aspiração;
- Obstrução de vias aéreas superiores;
- Falências orgânicas não respiratórias (encefalopatia, arritmias malignas ou hemorragia digestivas graves com instabilidade hemodinâmica).

Figura- 2. Contra- indicações absolutas e relativas da VNI

Fonte:Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica, 2013

Ventiladores e Modos ventilatórios

Teoricamente, qualquer ventilador mecânico e modo ventilatório pode ser utilizado para a ventilação não invasiva, desde que o vazamento de ar não prejudique seu funcionamento. Os ventiladores desenvolvidos especificamente para a VNI apresentam um sistema de compensação de vazamento. Eles devem ser acoplados às interfaces nasofaciais com circuito único e válvula exalatória localizada na máscara ou no próprio circuito, que impede a reinalação do CO₂ eliminado pelo paciente durante a expiração. Tolerância ao vazamento, boa sincronia paciente-ventilador e preço competitivo são as principais vantagens desses ventiladores, quando comparados aos respiradores de UTI. Por outro lado, a restrição de alguns modos ventilatórios, limitação de alarmes e dificuldade para o ajuste da FIO₂ são limitações dos equipamentos de VNI, embora aparelhos mais modernos já estejam incluindo esses elementos (III CONSENSO BRASILEIRO DE VM, 2024; WERLE, et al., 2013).

Nos últimos anos, ventiladores invasivos têm sido fabricados com microprocessadores que permitem seu uso na terapia não invasiva. Algoritmos para a compensação automática de vazamento e a possibilidade do ajuste do critério de ciclagem da fase inspiratória para a expiração durante a pressão de suporte são exemplos de mudanças para facilitar o uso desses respiradores no suporte não invasivo, através de circuito duplo. (DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 2013).

Uma vez que existem diferenças no manejo da VNI entre os respiradores específicos e aqueles invasivos utilizados na UTI, vale ressaltar a importância da monitorização criteriosa durante a terapia, com foco em variáveis de acordo com o equipamento utilizado. As diferenças entre a ventilação não invasiva administrada pelos ventiladores portáteis desenvolvidos especialmente para VNI e os ventiladores de unidade de terapia intensiva

microprocessados com módulo de ventilação não invasiva.

A ventilação não invasiva pode ser aplicada sob vários modos ventilatórios, mas as modalidades mais utilizadas são o CPAP e o Bilevel, ou Binível (ventilação com dois níveis de pressão nas vias aéreas).

A administração do CPAP consiste na aplicação de um nível de PEEP (pressão positiva expiratória final) associado a um fluxo respiratório, que é ofertado ao paciente de modo contínuo. Nesse caso, o nível ajustado de pressão positiva é aplicado continuamente, tanto na inspiração, quanto na expiração e a ventilação é feita de forma totalmente espontânea, já que não há suporte ao esforço inspiratório do paciente (PERIN; GENTA, 2021)

O CPAP pode ser utilizado em pessoas que ventitam espontaneamente com ou sem via aérea artificial. Seus benefícios estão largamente descritos na literatura e estão diretamente relacionados ao aumento da pressão transpulmonar, que recruta unidades alveolares previamente colapsadas, à melhora da oxigenação e da capacidade residual funcional (CRF), graças a manutenção da abertura alveolar durante todo o ciclo ventilatório e a redução do trabalho respiratório. Benefícios adicionais da pressão positiva contínua nas vias aéreas são observados no sistema cardiovascular e inclui a redução da pré e pós carga, em virtude da diminuição do enchimento cardíaco e da pressão transmural do ventrículo esquerdo. (SILVA et al, 2023)

Por melhorar as trocas gasosas, a ventilação com CPAP tem indicação especialmente nos casos que culminam em IRA tipo I ou hipoxêmica e seu uso tem sido amplamente estabelecido em pacientes com EAP cardiogênico, apneia obstrutiva do sono e naqueles que cursam com atelectasia, como é o caso de pós operatório de cirurgia abdominal. A administração da CPAP deve ser feita de maneira que seja alcançada a menor fuga possível, mantendo o conforto do paciente. Para isso, recomenda-se que a terapia seja iniciada com nível pressórico relativamente baixo, ajustando-se a pressão de modo progressivo (CPAP de 5 a 10cmH₂O). É importante lembrar que como o CPAP não é capaz de aumentar a ventilação pulmonar, na presença de hipercapnia, é dada preferência ao uso de ventilação não invasiva com dois níveis de pressão (III CONSENSO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 2013; NAVALESI; MAGGIORE, 2013).

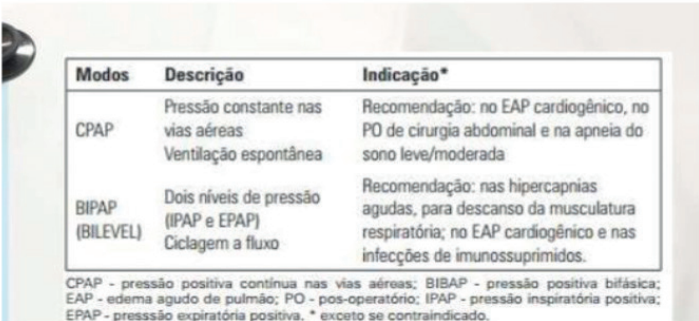
O Bilevel é um modo de ventilação não-invasiva que tem como característica a utilização de dois níveis de pressão positiva aplicadas na fase inspiratória e expiratória, gerando aumento do volume pulmonar. A pressão ofertada na fase inspiratória é sempre maior que a expiratória, o que permite que mesmo com mínima ou nenhuma colaboração do paciente, ocorra aumento da pressão transpulmonar (TONELLI, 2020).38

O Binível utiliza uma pressão inspiratória positiva (IPAP) para ventilar o paciente, de modo que quanto maior for seu valor, maior o auxílio ao esforço inspiratório, com consequente aumento do volume corrente inspirado. A pressão expiratória positiva (EPAP) corresponde a PEEP, cuja função é manter os alvéolos abertos ao final da expiração,

favorecendo o incremento das trocas gasosas. Nessa modalidade, a pressão de suporte (PS ou IPAP) deve ser ajustada para gerar um volume corrente de cerca de 6 a 8 mL/kg de peso predito, frequência respiratória <30/min e SpO2 >90%. Por sua vez, o valor da PEEP (ou EPAP) deve ser inferior ao da PEEP intrínseca, sendo que, em virtude da dificuldade de medir a PEEP intrínseca durante a ventilação espontânea, sugere-se o uso inicial de uma PEEP de 6 cmH2O) (DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 2024, WERLE, 2013).39

O nível de IPAP, puramente inspiratório, e o EPAP produzido ao final da expiração fazem com que o paciente tenha um suporte pressórico variável nas duas fases do ciclo respiratório. Essa variação de pressão na fase inspiratória (ΔP) determina uma variação de volume, que pode ser alto ou baixo de acordo com o diferencial pressórico existente nas vias aéreas. Por esse motivo, além de alterar os níveis da CRF pelo EPAP, o Bilevel é capaz de alterar o volume corrente, o volume minuto e, conseqüentemente, os níveis de CO2, corrigindo a hipercapnia que porventura venha a ocorrer em razão dos quadros de hipoventilação. Diante disso, entende-se que o Bilevel pode ser indicado tanto para pacientes com quadros isolados de hipoxemia, como ocorre na asma e no EAP, quanto para aqueles que apresentam alterações nos níveis de CO2 ocasionados por redução da ventilação alveolar minuto por hipoventilação (SOUZA, 2016).

Estudos têm mostrado que tanto a CPAP quanto o Bilevel apresentam resultados positivos como estratégias de tratamento para pacientes que apresentam prejuízo na oxigenação, seja pela redução da CRF, seja pelo aumento da espessura da membrana respiratória, porém pelas razões já levantadas anteriormente, naqueles que apresentam também hipercapnia aguda, importante aumento do esforço muscular respiratório, disfunção ventilatória por diminuição da expansibilidade torácica e queda dos volumes pulmonares, o Bilevel deve ser o modo de escolha para uso da VNI (BARBAS, 2014; BURNS et al., 2013) 41. A figura 3 faz um breve resumo dos dois modos ventilatórios, elencando suas principais indicações.



Modos	Descrição	Indicação*
CPAP	Pressão constante nas vias aéreas Ventilação espontânea	Recomendação: no EAP cardiogênico, no PO de cirurgia abdominal e na apneia do sono leve/moderada
BIPAP (BILEVEL)	Dois níveis de pressão (IPAP e EPAP) Ciclagem a fluxo	Recomendação: nas hipercapnias agudas, para descanso da musculatura respiratória; no EAP cardiogênico e nas infecções de imunossuprimidos.

CPAP - pressão positiva contínua nas vias aéreas; BIPAP - pressão positiva bifásica; EAP - edema agudo de pulmão; PO - pos-operatório; IPAP - pressão inspiratória positiva; EPAP - pressão expiratória positiva. * exceto se contraindicado.

Figura 3- Modos ventilatórios para suporte não invasivo

Fonte: Barbas et al., 2014.

Interfaces utilizadas em VNI

As interfaces mais utilizadas no ambiente hospitalar são as máscaras nasais e oronasais ou faciais, sendo esta última a de uso mais frequente por permitir menor escape aéreo, o que garante maior volume corrente e mais rápida correção dos distúrbios de trocas gasosas. Por outro lado, não permitem a alimentação, comunicação e expectoração, além de se associar a maior possibilidade de broncoaspiração em casos de vômitos durante a VNI. Em situações agudas, é preferível a utilização das máscaras faciais, uma vez que os pacientes adotam a respiração oral que leva a uma acentuada fuga aérea pela boca (SFERRAZZA et al., 2012).

A máscara nasal é, provavelmente, a interface mais confortável, porém a resistência das narinas ao fluxo de ar e a presença do vazamento aéreo pela boca limitam seu uso em algumas pessoas. O paciente deve manter a boca fechada para evitar os escapes e obter a ventilação adequada, o que exige maior colaboração do mesmo. Essa máscara é menos claustrofóbica, sendo comumente utilizada em doenças respiratórias crônicas que requerem mais tempo de uso de pressão positiva, como na apneia obstrutiva do sono. Elas permitem a expectoração, comunicação e alimentação, além de reduzirem o risco de broncoaspiração nos episódios em ênese (BARIANI et al. 2020).

A máscara facial total tem sido indicada quando o paciente não se adapta à oronasal. Ela recobre a face inteira, inclusive os olhos e possui grande volume interno. É de tamanho único, tem suporte de fácil utilização, boa vedação, apresenta menores riscos de ferimentos e reduz a sensação de claustrofobia. A maior área de contato entre a máscara e a face do paciente pode diminuir as lesões de pele relacionadas ao uso da interface, tornando o dispositivo mais confortável e tolerável. Embora estudo recente não tenha demonstrado diferença entre o uso dessa máscara e a orofacial, na prática clínica observa-se que os indivíduos que necessitam passar períodos mais prolongados na VNI, preferem usar a facial total, já que seu material evita ulcerações no nariz, complicação comum às máscaras faciais (CRUZ; ZAMORA, 2012).

As desvantagens desse dispositivo incluem o maior ruído em seu interior, o risco de ressecamento de córneas e de broncoaspiração, além de possível aumento do trabalho respiratório e reinalação de CO₂ em virtude do maior espaço morto decorrente do tamanho da máscara. Por essa razão, ela deve ser utilizada em sistemas de ventilação com compensação de fuga aérea (PISANI et al., 2012). 46

A figura 4 mostra imagens dos 3 diferentes tipos de máscaras mais usadas na UTI. A imagem A1 e A2 mostra a máscara facial total, também conhecida como “total face”. Em B1 e B2, ilustra-se a máscara oronasal ou simplesmente facial, enquanto C1 e C2 mostram a máscara nasal.

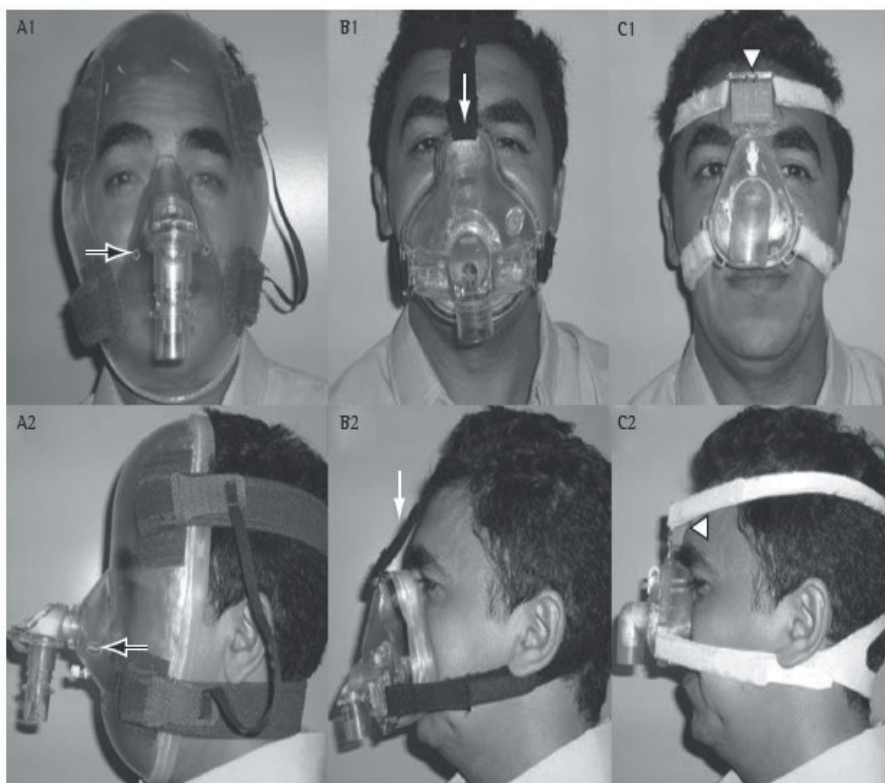


Figura 4- Visões lateral e frontal dos 3 tipos de máscara mais usados na administração da VN

Fonte: HOLANDA et al., 2009.

Poucos estudos controlados compararam máscaras para uso na VNI. Recentemente, alguns autores demonstraram que, com exceção da interface nasal, todas as outras máscaras têm eficácia clínica similar, a despeito das diferenças entre o volume interno, complacência e espaço morto. Isso indica que, na prática, o foco deve estar na avaliação individual do doente e aspectos relacionados a interação interface-circuito-ventilador, tais como a minimização de vazamentos, sincronia e, sobretudo, o conforto (FRATICELLI et al., 2009; NAVA et al., 2009).

Aplicação da VNI em pacientes críticos

Ao iniciar a técnica, é preciso explicar o procedimento ao doente, que deve estar confortavelmente sentado e monitorizado com oximetria de pulso, frequência respiratória, monitorização cardíaca electrocardiográfica, pressão arterial, alarmes de fugas de ar e coleta de gasometria arterial após 30 a 40 minutos do início da VNI. Nas zonas de maior pressão da interface, pode ser aplicado hidrocolóide, atentando para a possibilidade de fuga

aérea. As pressões ofertadas ao paciente devem ser aumentadas de modo progressivo, sendo que, habitualmente, programa-se o CPAP para fornecer uma pressão de 5- 10 cmH₂O e o Bilevel com EPAP de 5- 10 cmH₂O, com IPAP de até 15 cmH₂O. Neste último caso, atenção deve ser dada ao volume corrente, que deve ser de 6- 8 ml/kg de peso predito (CRUZ; ZAMORA, 2013; MACHADO, 2018). 51

A administração de oxigênio suplementar precisa ser feita para manter uma a manter SpO₂ >90%. O quadro 1 sumariza os principais pontos para a aplicação da técnica.

- Estabelecer vínculo e explicar o procedimento ao Paciente;
- Coletar gasometria arterial basal;
- Posicionar o paciente confortavelmente sentado, com cabeceira elevada a aproximadamente 45°;
- Avaliar o formato do rosto e a situação clínica e escolher a interface;
- Selecionar as pressões iniciais e aumentar progressivamente até os níveis indicados;
- Posicionar a interface no rosto do paciente e iniciar a ventilação;
- Ajustar os alarmes do equipamento;
- Fixar a interface sempre explicando ao paciente cada etapa do procedimento;
- Ajustar a FiO₂ para manter SO₂ > 90%;
- Ajustar nível de suporte que alcance 6 ml/kg;
- Otimizar o conforto e sincronia do paciente através da avaliação dos ajustes de disparo, ciclagem e taxa de pressurização;
- Considerar sedação leve caso o paciente esteja Agitado;
- Monitorizar os sinais vitais, conforto, SpO₂ e dispneia;
- Coletar gasometria após uma hora da VNI e compará-la à basal;
- Avaliar a continuidade da técnica ou indicação de Intubação.

Quadro 1- Passo a passo para administração da VNI

Fonte: Adaptado de Cruz; Zamora, 2013

Aspectos conceituais e fisiopatológicos do EAP cardiogênico

Edema pulmonar cardiogênico é uma síndrome clínica resultante do fluxo aumentado de líquidos provenientes dos capilares pulmonares para o espaço intersticial e alvéolos, que se acumulam nestas regiões ao ultrapassarem a capacidade de drenagem dos vasos linfáticos, comprometendo a adequada troca gasosa alvéolo-capilar. Trata-se de uma forma grave de apresentação das descompensações cardíacas, constituindo uma emergência clínica que se manifesta por um quadro de insuficiência respiratória de rápido início e evolução. O resultado do processo é caracterizado por hipoxemia, aumento no esforço respiratório, redução da complacência pulmonar e redução da relação ventilação perfusão (MASIP, 2019).

O desenvolvimento do EAP pode estar relacionado a um desequilíbrio entre as pressões capilares, intersticiais, linfáticas e alveolares que, com o aumento da pressão hidrostática capilar, secundário à pressão venosa pulmonar elevada, desenvolve a doença. Isso acontece quando o retorno venoso ventricular esquerdo excede seu volume ejetado, aumentando a pressão ventricular esquerda, o que causa elevação na pressão venosa e capilar pulmonar, sendo observado na disfunção sistólica, assim como em decorrência de outras patologias como a estenose mitral, hipertensão arterial e cardiomiopatia hipertrófica

(RIBEIRO et al., 2014).

Ribeiro e colaboradores (2014) explicam que o surgimento do edema pulmonar ocorre do mesmo modo que em outras partes do corpo. Qualquer fator que faça com que a pressão do líquido intersticial pulmonar passe de negativa para positiva, provoca uma súbita inundação dos espaços intersticiais e dos alvéolos, com grande quantidade de líquido livre, tendo como causas mais comuns a insuficiência cardíaca esquerda ou doença valvular mitral que aumenta a pressão capilar pulmonar, culminando em inundação dos espaços intersticiais e alveolares. A figura 5 retrata a inundação alveolar causada pelo EAP.

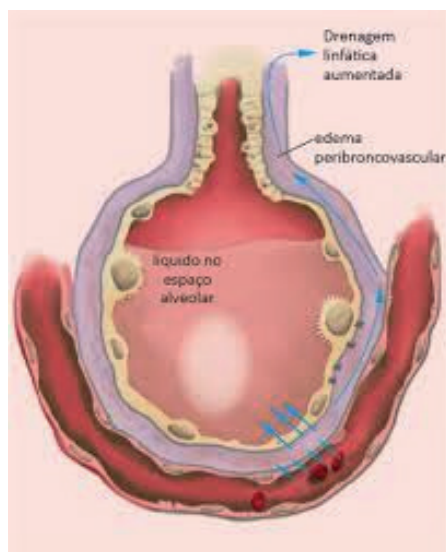


Figura 5- Inundação alveolar causada pelo EAP

Fonte: Google, 2020.

Na maioria dos pacientes, a doença é causada por um aumento agudo na pressão diastólica final ventricular esquerda, que é transmitida para as veias pulmonares, induzindo a exsudação de fluidos para o interstício pulmonar e alvéolos. O aumento na pressão diastólica final ventricular esquerda é usualmente o resultado da isquemia aguda que reduz a função diastólica ventricular esquerda e função sistólica. O edema pulmonar é o resultado final de um ciclo vicioso no qual a diminuição do débito cardíaco é compensada pela vasoconstricção periférica levando a um aumento na resistência vascular sistêmica e pós carga. Entretanto, se a vasoconstricção periférica é excessiva, o significativo aumento na pós carga resulta na redução mais acentuada do débito cardíaco levando a maior vasoconstricção e aumento na pós carga. Este ciclo vicioso induz um aumento progressivo na pressão diastólica final ventricular esquerda resultando em edema pulmonar (NOUIRA et al., 2011).

Etiologia e quadro clínico do EAP cardiogênico

As causas mais comuns de disfunções cardíacas agudas incluem a isquemia coronariana e a emergência hipertensiva. As cardiopatias crônicas que levam a uma disfunção ventricular sistólica e diastólica, e valvulopatias podem causar o EAP quando associadas a um fator desencadeante, geralmente arritmias, infecções, isquemia, emergência hipertensiva além do uso incorreto de dietas e medicamentos (TARANTINO, 2007). O edema pulmonar agudo está quase sempre associado à insuficiência cardíaca aguda ou crônica que, por sua vez, é decorrente de diversos mecanismos etiológicos, a saber:

- Aumento da pressão atrial esquerda: situação que ocorre nos casos de estenose mitral, insuficiência mitral aguda ou crônica, podendo ser de causa reumática, degenerativa ou isquêmica;
- Disfunção sistólica do ventrículo esquerdo- nesses casos, ocorre uma variável redução na força de contração ventricular esquerda, levando a um quadro de baixo débito cardíaco, com estimulação do sistema renina-angiotensina-aldosterona e sistema nervoso simpático que promove retenção de água e sódio, ocasionando o edema pulmonar;
- Cardiomiopatias dilatadas, isquêmicas, valvares e hipertensivas;
- Disfunção diastólica do ventrículo esquerdo- por alteração dos mecanismos de relaxamento ventricular, mesmo com a função sistólica normal, a pressão capilar pulmonar pode se elevar rapidamente;
- Situações crônicas como a isquemia miocárdica, as cardiomiopatias restritivas e crise hipertensiva (EGAN, 2019; MACHADO, 2018).

Classicamente, os pacientes críticos encaminhados aos serviços de urgência ou UTI com EAP têm como queixa principal a dispneia. Em até 60% dos casos, essa sintomatologia iniciou cerca de uma semana antes do doente buscar ajuda, piorando progressivamente. O EAP compreende um quadro clínico dramático em que, na maioria das vezes, o paciente apresenta-se bastante ansioso, desconfortável e com sensação de morte iminente.

O diagnóstico é essencialmente clínico e caracterizado por taquidispneia intensa e de evolução rápida, taquicardia, tosse com secreção espumosa e rósea, aumento do trabalho respiratório com notável uso de musculatura acessória, cianose e pele fria, edema de extremidades e hipoxemia. A pressão arterial está frequentemente elevada, dada a intensa atividade adrenérgica, o que facilita o diagnóstico de EAP cardiogênico hipertensivo. Hipotensão e choque circulatório expressam falência grave do ventrículo esquerdo, agravando sobremaneira o prognóstico. A gasometria arterial revela níveis progressivos de hipoxemia e a hipocapnia é marcante na doença, em virtude da hiperventilação causada pela grave redução da PaO_2 , além de maior difusibilidade do gás carbônico através da barreira alveolocapilar (RIBEIRO et al., 2014).

Como mostra a figura 6, o quadro radiológico típico revela velamentos pulmonares do tipo alveolar, em intensidades variáveis. A área cardíaca pode ser normal (tipicamente, nos casos de insuficiência coronariana aguda, sem disfunção ventricular prévia), ou aumentada, quando em presença de cardiopatias crônicas com dilatação de ventrículo esquerdo (MACHADO, 2018).

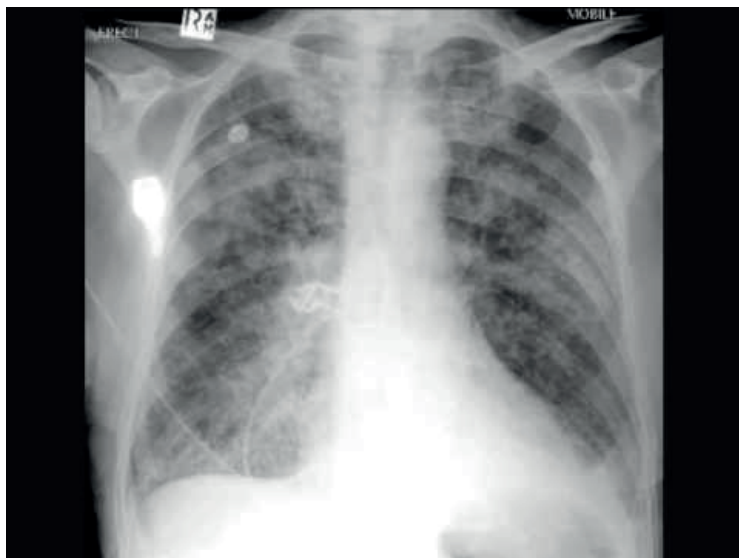


Figura 6- Imagem radiológica do EAP

Fonte: Google, 2020.

VNI no tratamento do EAP

Vários ensaios randomizados dão suporte ao uso da VNI no tratamento de pacientes críticos com EAP. Similarmente a DPOC, a VNI está indicada como primeira opção de suporte ventilatório no edema pulmonar cardiogênico, uma vez que seu uso está relacionado com a melhora da sobrevida e menor necessidade de intubação endotraqueal, quando comparado com tratamento clínico convencional e oxigenoterapia (NOIRA et al., 2011).

O principal benefício fisiológico da pressão positiva consiste na redistribuição do líquido alveolar, reabertura de unidades colapsadas com consequente o aumento da capacidade residual funcional e melhora das trocas gasosas, aumento da complacência e redução do trabalho respiratório (PETER et al., 2006).

Estudos recentes demonstram que tanto a CPAP quanto a Bilevel são consideradas seguras e ambas diminuem a necessidade de intubação nos casos de EAP, quando aplicadas precocemente, devendo ser associadas à terapia medicamentosa convencional (MASIP et al., 2019).

As evidências para a utilização da VNI no tratamento da insuficiência respiratória aguda vêm de ensaios clínicos randomizados que compararam a CPAP com o tratamento

convencional em pacientes com edema pulmonar cardiogênico. As Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica (2013) recomendam usar CPAP com pressão de 5 a 10cmH₂O, enquanto, no caso do Bilevel, o IPAP deve ser ajustado para fornecer uma pressão de até 15 cmH₂O e EPAP variando de 5 a 10cmH₂O. Ambas as terapias trazem abordagens e efeitos similares, melhorando o prognóstico e sobrevida dos pacientes.

Nas últimas décadas, a ventilação não invasiva tornou-se uma terapia amplamente difundida e pesquisada devido aos seus efeitos satisfatórios no suporte terapêutico de pacientes portadores de DPCO e EAP cardiogênico. Sua maior vantagem se traduz na possibilidade de evitar a intubação endotraqueal, minimizando as complicações a ela associadas, incluindo o tempo de internação e custos hospitalares, além da morbidade e mortalidade dos indivíduos criticamente doentes.

Embora os efeitos benévolos da terapia já estejam bem estabelecidos na literatura e corroborados na prática clínica, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes elegíveis ao recurso, a fim de evitar desfechos negativos, dentre os quais destaca-se o retardo da intubação e uso de ventilação mecânica invasiva, com aumento da possibilidade de parada cardiorrespiratória em sujeitos que, de fato, não respondem à VNI.

As duas modalidades ventilatórias mais utilizadas no ambiente hospitalar são a CPAP e o Binível. Elas apresentam abordagens muito parecidas e resultados semelhantes, embora tenham indicações diferentes, quando se trata de pacientes que precisam de pressão de suporte para incrementar o volume corrente gravemente reduzido, como nos quadros de exacerbações da DPOC, com hipercapnia importante. Para esses pacientes, o Bilevel está amplamente indicado, reservando-se a CPAP para os quadros iniciais, quando não há comprometimento de função ventilatória.

No EAP cardiogênico, ambos os modos de pressão positiva trazem efeitos benéficos. De um modo geral, recomenda-se que o uso da CPAP com pressão variando de 5 a 10 cmH₂O e Bilevel com EPAP de 5 a 10 cmH₂O e IPAP de até 15 cmH₂O.

Nas últimas décadas, a ventilação não invasiva tornou-se uma terapia amplamente difundida e pesquisada devido aos seus efeitos satisfatórios no suporte terapêutico de pacientes portadores de DPCO e EAP cardiogênico. Sua maior vantagem se traduz na possibilidade de evitar a intubação endotraqueal, minimizando as complicações a ela associadas, incluindo o tempo de internação e custos hospitalares, além da morbidade e mortalidade dos indivíduos criticamente doentes.

Embora os efeitos benévolos da terapia já estejam bem estabelecidos na literatura e corroborados na prática clínica, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes elegíveis ao recurso, a fim de evitar desfechos negativos, dentre os quais destaca-se o retardo da intubação e uso de ventilação mecânica invasiva, com aumento da possibilidade de parada cardiorrespiratória em sujeitos que, de fato, não respondem à VNI.

As duas modalidades ventilatórias mais utilizadas no ambiente hospitalar são a CPAP e o Binível. Elas apresentam abordagens muito parecidas e resultados semelhantes,

embora tenham indicações diferentes, quando se trata de pacientes que precisam de pressão de suporte para incrementar o volume corrente gravemente reduzido, como nos quadros de exacerbações da DPOC, com hipercapnia importante. Para esses pacientes, o Bilevel está amplamente indicado, reservando-se a CPAP para os quadros iniciais, quando não há comprometimento de função ventilatória.

No EAP cardiogênico, ambos os modos de pressão positiva trazem efeitos benéficos. De um modo geral, recomenda-se que o uso da CPAP com pressão variando de 5 a 10 cmH₂O e Bilevel com EPAP de 5 a 10 cmH₂O e IPAP de até 15 cmH₂O. Nas últimas décadas, a ventilação não invasiva tornou-se uma terapia amplamente difundida e pesquisada devido aos seus efeitos satisfatórios no suporte terapêutico de pacientes portadores de DPCO e EAP cardiogênico. Sua maior vantagem se traduz na possibilidade de evitar a intubação endotraqueal, minimizando as complicações a ela associadas, incluindo o tempo de internação e custos hospitalares, além da morbidade e mortalidade dos indivíduos criticamente doentes.

Embora os efeitos benévolos da terapia já estejam bem estabelecidos na literatura e corroborados na prática clínica, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes elegíveis ao recurso, a fim de evitar desfechos negativos, dentre os quais destaca-se o retardo da intubação e uso de ventilação mecânica invasiva, com aumento da possibilidade de parada cardiorrespiratória em sujeitos que, de fato, não respondem à VNI.

As duas modalidades ventilatórias mais utilizadas no ambiente hospitalar são a CPAP e o Binível. Elas apresentam abordagens muito parecidas e resultados semelhantes, embora tenham indicações diferentes, quando se trata de pacientes que precisam de pressão de suporte para incrementar o volume corrente gravemente reduzido, como nos quadros de exacerbações da DPOC, com hipercapnia importante. Para esses pacientes, o Bilevel está amplamente indicado, reservando-se a CPAP para os quadros iniciais, quando não há comprometimento de função ventilatória.

No EAP cardiogênico, ambos os modos de pressão positiva trazem efeitos benéficos. De um modo geral, recomenda-se que o uso da CPAP com pressão variando de 5 a 10 cmH₂O e Bilevel com EPAP de 5 a 10 cmH₂O e IPAP de até 15 cmH₂O. Nas últimas décadas, a ventilação não invasiva tornou-se uma terapia amplamente difundida e pesquisada devido aos seus efeitos satisfatórios no suporte terapêutico de pacientes portadores de DPCO e EAP cardiogênico. Sua maior vantagem se traduz na possibilidade de evitar a intubação endotraqueal, minimizando as complicações a ela associadas, incluindo o tempo de internação e custos hospitalares, além da morbidade e mortalidade dos indivíduos criticamente doentes.

Embora os efeitos benévolos da terapia já estejam bem estabelecidos na literatura e corroborados na prática clínica, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes elegíveis ao recurso, a fim de evitar desfechos negativos, dentre os quais destaca-se o retardo da intubação e uso de ventilação mecânica invasiva, com aumento da possibilidade

de parada cardiorrespiratória em sujeitos que, de fato, não respondem à VNI.

As duas modalidades ventilatórias mais utilizadas no ambiente hospitalar são a CPAP e o Binível. Elas apresentam abordagens muito parecidas e resultados semelhantes, embora tenham indicações diferentes, quando se trata de pacientes que precisam de pressão de suporte para incrementar o volume corrente gravemente reduzido, como nos quadros de exacerbações da DPOC, com hipercapnia importante. Para esses pacientes, o Bilevel está amplamente indicado, reservando-se a CPAP para os quadros iniciais, quando não há comprometimento de função ventilatória.

No EAP cardiogênico, ambos os modos de pressão positiva trazem efeitos benéficos. De um modo geral, recomenda-se que o uso da CPAP com pressão variando de 5 a 10 cmH₂O e Bilevel com EPAP de 5 a 10 cmH₂O e IPAP de até 15 cmH₂O.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, a ventilação não invasiva tornou-se uma terapia amplamente difundida e pesquisada devido aos seus efeitos satisfatórios no suporte terapêutico de pacientes portadores de EAP cardiogênico. Sua maior vantagem se traduz na possibilidade de evitar a intubação endotraqueal, minimizando as complicações a ela associadas, incluindo o tempo de internação e custos hospitalares, além da morbidade e mortalidade dos indivíduos criticamente doentes.

Embora os efeitos benévolos da terapia já estejam bem estabelecidos na literatura e corroborados na prática clínica, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes elegíveis ao recurso, a fim de evitar desfechos negativos, dentre os quais destaca-se o retardo da intubação e uso de ventilação mecânica invasiva, com aumento da possibilidade de parada cardiorrespiratória em sujeitos que, de fato, não respondem à VNI.

As duas modalidades ventilatórias mais utilizadas no ambiente hospitalar são a CPAP e o Binível. Elas apresentam abordagens muito parecidas e resultados semelhantes, embora tenham indicações diferentes, quando se trata de pacientes que precisam de pressão de suporte para incrementar o volume corrente gravemente reduzido, como nos quadros de exacerbações da DPOC, por exemplo, com hipercapnia importante. Para esses pacientes, o Bilevel está amplamente indicado, reservando-se a CPAP para os quadros iniciais, quando não há comprometimento de função ventilatória.

No EAP cardiogênico, ambos os modos de pressão positiva trazem efeitos benéficos. De um modo geral, recomenda-se que o uso da CPAP com pressão variando de 5 a 10 cmH₂O e Bilevel com EPAP de 5 a 10 cmH₂O e IPAP de até 15 cmH₂O.

REFERÊNCIAS

ALRADDADI, B. M. et al. Noninvasive ventilation in critically ill patients with the Middle East Respiratory Syndrome. **Influenza other respiratory viruses**. v. 13, n. 4, p. 382-390, 2019.

AMIB. Orientações práticas em ventilação mecânica. **Sociedade brasileira de pneumologia e tisiologia**, 2024.

AMIB. Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica. **Sociedade brasileira de pneumologia e tisiologia**, 2013.

BARBAS, C. S. V., et al. RECOMENDAÇÕES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA 2013. PARTE I. Revista Brasileira Terapia Intensiva. v. 26, n. 2, p.89-121, 2014.

BARIANI et al. The impact of positive airway pressure on midface growth: a literature review. **Braz J Otorhinolaryngol**. v. 86, n. 5. p, 647- 653, 2020.

BURNS, K et al. Noninvasive positive-pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. **Cochrane Database of Systematic Reviews**. n. 12, p. 1-62, 2013.

CRUZ, M. R; ZAMORA, V. E. C. VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA. **Revista UPE**. v. 12, n. 3, 2013.

DAVID- JOÃO, P. G. et al. Noninvasive ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: Asystematic review and meta-analysis. **Journaul of vritical care**. v. 49, p. 84-89, 2018.

FERREIRA, S. et al. Ventilação não invasiva. **Revista portuguesa de pneumologia**. v. 15, n. 4, p. 665-667, 2009.

FRATICELLI, A. T. et al. Physiological effects of different interfaces during noninvasive ventilation for acute respiratory failure. **Critical Care Medicine**. v. 37, n. 3, p. 939-45, 2009.

GRAÇA NP. DPOC na Terapia Intensiva - O que há de novo?**Pulmão R J**. v. 24, n. 3, p. 15- 19, 2015.

HE, H. et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome. **Critical Care**. v. 23, n. 300, p. 2-13, 2019.

HOLANDA, M.A. et al. Influencia das máscaras facial total, facial e nasal nos efeitos adversos agudos durante ventilacao nao invasiva. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 35, n. 2, p. 164-173, 2009.

MACHADO, M. G da. **Bases da fisioterapia respiratória, terapia intensiva e reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2018.

MASSIP, J. Noninvasive Ventilation in Acute Heart Failure. **Current Heart Failure Reports**. V. 16, N. 4, P. 89-97, 2019.

NAVALES, P.; MAGGIORE, S. M. **Principles and Practice of Mechanical Ventilation**. 3. ed. 3rd ed. New York, NY, USA, 2013.

NOUIRA, S. et al. Non-invasive pressure support ventilation and CPAP in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized study in the emergency department. **Intensive Care Medicine**. v. 37, n. 2, p. 249-56, 2011.

PERIN C.; GENTA PR. Menos pode ser mais: CPAP vs. APAP no tratamento da apneia obstrutiva do sono. **J. Brasil. Pneumol**. v. 47, n.6, 2021.

PIRAINO, T. Noninvasive Respiratory Support in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. **Respiratory care**. v.64, n. 6, p. 638-646, 2019.

PISANI, L.; CARLUCCI, A.; NAVA, S. Nava S. Interfaces for noninvasive mechanical ventilation: technical aspects and efficiency. **Minerva Anestesiologica**. v. 78, n. 10, p. 1154-1161, 2012.

PETER, J. V. et al. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. **Lancet**. v. 367, n. 9517, p. 1155-1163, 2006.

RIBEIRO, F. G. F.; MONTEIRO, P. N. S.; BARROZO, A. F. Tratamento de edema agudo de pulmão cardiogênico de um hospital de referência em cardiologia de belém do pará. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**. v.7, n.2, p.14-18, 2014.

SFERAZZA, P. G. F et al. Recent advances in interfaces for non-invasive ventilation: from bench studies to practical issues. **Minerva Anestesiologica**. v. 78, n. 10, p. 46-53, 2012.

SHAH, N. M; CRUZ, R. F; MURPHY, P. B. Update: non-invasive ventilation in chronic obstructive pulmonary diseasesE. **Journaul of Thoracic Disease**. v. 10, n. 1, p. 71-79, 20.

SOUZA, AL. S. et al. Influência da insuficiência cardíaca nos volumes pulmonares de repouso em pacientes com DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 42, n. 4, p. 273-278, 2016.

TARANTINO, A. B. **Doenças pulmonares**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

TONELLI, R. et al. Early Inspiratory Effort Assessment by Esophageal Manometry Predicts Noninvasive Ventilation Outcome in *De Novo* Respiratory Failure. A Pilot Study. **Americam Journaul of Respiratory and Critical Care Medicine**. v. 202, n. 4, p. 558-567, 2020. 2020.

WERLE, R. W.; PICCOLI, A.; WERLANG, A. P. Aplicação da ventilação mecânica não-invasiva no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais. **ASSOBRAFIR Ciência**. v. 4, n. 1, p. 21-32, 2013.

III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica Ventilação mecânica na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) descompensada. **Jornal brasileiro de pneumologia**. v. 33, n. 2, p. 111-118, 2007.

SANTOS C et al. Boas práticas de enfermagem a pacientes em ventilação mecânica invasiva na emergência hospitalar. **Esc Anna Nery**. v. 24, n. 2, 2020.