

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO

Curso de Fisioterapia

Livia Ferreira dos Reis

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DA
VIA AÉREA EM PACIENTES RECEBENDO VENTILAÇÃO MECÂNICA
NÃO INVASIVA**

São Paulo

2017

Lívia Ferreira dos Reis

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DA
VIA AÉREA EM PACIENTES RECEBENDO VENTILAÇÃO MECÂNICA
NÃO INVASIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São Camilo, orientado pela Profa. Jeanette Janaina Jaber Lucato, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

São Paulo

2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Padre Inocente Radrizzani

Reis, Livia Ferreira dos

Utilização de sistemas de umidificação e aquecimento da via aérea em pacientes recebendo ventilação mecânica não invasiva / Livia Ferreira dos Reis. -- São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2017.

52 p.

Orientação de Jeanette Janaina Jaber Lucato

Trabalho de Conclusão de Curso de Fisioterapia (Graduação), Centro Universitário São Camilo, 2017.

1. Umidificadores 2. Ventilação não invasiva 3. Trocadores de calor e umidade I. Lucato, Jeanette Janaina Jaber II. Centro Universitário São Camilo III. Título

CDD: 615.836

Lívia Ferreira dos Reis

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DA VIA AÉREA
EM PACIENTES RECEBENDO VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA**

São Paulo, 24 de novembro de 2017.

Professora Orientadora Jeanette Janaina Jaber Lucato

Professor Examinador

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus queridos familiares, por todo o apoio moral desde conselhos até o comparecimento em todos os eventos e jornadas científicas, além do apoio financeiro durante esses cinco anos.

À equipe do Curso de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário São Camilo-SP:

À minha Coordenadora Ebe Dos Santos Monteiro Carbone.

Aos meus Professores, responsáveis por me auxiliar em formação pessoal e acadêmica.

À minha querida orientadora Jeanette Janaina Jaber Lucato, que me acolheu durante os últimos cinco anos e por quem tenho e terei sempre imensa consideração e gratidão.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus e ao meu Mentor, por iluminarem meu caminho e me ajudarem a superar circunstâncias difíceis, me amparando sempre em cada passo dado.

A São Camilo de Lellis, por me escutar sempre quando solicitei ajuda.

Aos meus pais Roberto e Regina, que tenho muito orgulho, sou agradecida por me escutarem e mostrarem o melhor caminho a seguir.

Ao meu irmão Lucas, por simplesmente estar comigo desde sempre, ser uma pessoa tão cheia de qualidades e com um futuro brilhante.

Ao meu namorado Luiz, por estar ao meu lado, por sempre me impulsionar para frente e acreditar em meu potencial, me iluminando com sua luz e nosso amor.

A minha querida orientadora Jeanette Janaina, por ser sempre solícita comigo e ser a prova viva de que com esforço e dedicação é possível ter esperanças e alcançar aquilo que se almeja na vida.

Aos meus pacientes, que foram essenciais para minha evolução como profissional e pessoa que sou atualmente.

Aos amigos policiais militares e parentes, que me fizeram amadurecer como pessoa e ter a esperança de que ainda restam pessoas boas nesse mundo em que vivemos.

Às minhas amigas Heloyza, Bruna, Carolina e Isabela por sempre me apoiarem, aguentarem minhas crises e comigo darem boas risadas de tudo o que passou.

Epígrafe

"O maior juiz de seus atos deve ser você mesmo e não a sociedade. Aprenda as regras e quebre algumas".

Dalai Lama

RESUMO

REIS, LÍVIA FERREIRA DOS. **UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DA VIA AÉREA EM PACIENTES RECEBENDO VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA.** 2017. 28p. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário São Camilo, São Paulo, 2017.

INTRODUÇÃO: A ventilação mecânica não invasiva (VNI) reduz a necessidade de intubação endotraqueal, assim como o risco de morbidade e mortalidade. Seu uso pode melhorar os níveis de gases arteriais e reduzir sintomas da hipoventilação. Comumente, trocadores de calor e umidade (HME) e umidificadores aquecidos (HH) são utilizados na Ventilação Invasiva, em que o ar é umidificado para evitar efeitos deletérios promovidos pelos gases, que culminam em inspiração seca. Recomendações recentes foram publicadas favorecendo o uso de HH e HME na VNI, principalmente pelo fato de que, em pacientes que recebem VNI, a hiperreatividade brônquica encontra-se muitas vezes aumentada por gases medicinais secos, e a respiração bucal e secura da mucosa constituem queixas frequentes, tendo diferentes repercussões clínicas em diferentes patologias e período de tratamento. **OBJETIVO:** Verificar os efeitos dos HME e HH em pacientes com uso de VNI. **MATERIAL E MÉTODOS:** Foi realizada uma revisão analítica de literatura nas Bases de Dados em Saúde (PubMed, Lilacs e Cochrane). A busca foi livre e limitada a artigos nos idiomas inglês e português. Todos os artigos selecionados foram recuperados na íntegra. Os critérios de inclusão foram: Pacientes em VNI e utilizando HME e/ou HH. Foram excluídos estudos realizados com pacientes em Ventilação Mecânica Invasiva. **RESULTADOS:** A busca identificou 12 artigos, dos quais 7 foram excluídos. Dos 5 artigos selecionados, NAVA et al (2008) investigou os efeitos clínicos dos HH e HME em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica durante longa permanência da VNI, e obteve como resultado frequência de pneumonia similar em ambos os grupos e decréscimo da PaCO₂. No estudo de LELLOUCHE et al. (2002) que comparou pacientes desta mesma condição clínica, na utilização do HH e HME por 20

minutos com e sem PEEP de 5cmH₂O, teve como desfecho o índice de ventilação minuto 18% maior utilizando o HME, sugerindo um esforço menor do paciente do que com uso de HH. BOYER et al e LELLOUCHE et al. (2014) compararam os parâmetros respiratórios e gases do sangue arterial em pacientes com falência respiratória aguda em uso de HH e HME, descrevendo não ter diferença entre a PaCO₂ em pacientes hipoxêmicos e hipercápnicos. LELLOUCHE et al. (2012), descreveram que ambos os grupos de falência respiratória aguda, hipercápnicos e hipoxêmicos randomizados em HH e HME obtiveram elevação dos níveis de PaCO₂ quando utilizaram HME, com aumento do volume minuto e diminuição dos níveis de CO₂ perante à utilização do HH. **CONCLUSÃO:** Os estudos revelam uma frequência de pneumonia similar entre os pacientes que utilizaram HME ou HH, e divergem quanto ao sistema de umidificação que leva ao aumento do CO₂, porém, apesar dessas variações, a implementação das tarefas de umidificação e aquecimento para os pacientes em VNI promovem melhor conforto respiratório, já que várias propriedades e funções do trato respiratório podem ser afetadas pela perda de umidade e falta de aquecimento de gases inalados durante o suporte ventilatório.

Palavras-chave: Trocadores de Calor e Umidade, Ventilação Mecânica Não Invasiva, Umidificadores Aquecidos.

ABSTRACT

REIS, LÍVIA FERREIRA DOS. **UTILIZATION OF AIRWAY HUMIDIFICATION AND HEATING SYSTEMS IN PATIENTS RECEIVING NON-INVASIVE MECHANICAL VENTILATION.** 2017. 28p. Trabalho de Conclusão de Curso- Centro Universitário São Camilo, São Paulo, 2017.

INTRODUCTION: Non-invasive mechanical ventilation (NIMV) reduces the need for endotracheal intubation, as well as the risk of morbidity and mortality. Its use can improve blood gas levels and reduce symptoms of hypoventilation. Commonly, heat and humidity (HME) and heated humidifiers (HH) are used in Invasive Ventilation, where air is humidified to avoid deleterious effects promoted by the gases, which culminate in dry inspiration. Recent recommendations have been published favoring the use of HH and HME in NIMV, mainly due to the fact that, in patients receiving NIMV, bronchial hyperreactivity is often increased by dry medicaments, and oral mucosal respiration and dryness are complaints with different clinical repercussions in different pathologies and period of treatment. **OBJECTIVE:** To verify the effects of HME and HH in patients with NIM. **MATERIAL AND METHODS:** An analytical review of the literature was performed in the Health Databases (PubMed, Lilacs and Cochrane). The search was free and limited to articles in English and Portuguese. All selected articles have been recovered in full. The inclusion criteria were: Patients in NIMV and using HME and / or HH. Studies performed with patients with Invasive Mechanical Ventilation were excluded. **RESULTS:** The search identified 12 articles, of which 7 were excluded. Of the 5 articles selected, NAVA et al (2008) investigated the clinical effects of HH and HME in patients with hypercapnic respiratory insufficiency during long stay of NIMV, resulting in a similar frequency of pneumonia in both groups and a decrease in PaCO₂. In the study by LELLOUCHE et al. (2002), who compared patients with this same clinical condition in the use of HH and HME for 20 minutes with and without PEEP of 5 cmH₂O, had an 18% greater ventilation index using HME, suggesting a lower patient effort than with use of HH.

BOYER et al and LELLOUCHE et al. (2014) compared respiratory parameters and arterial blood gases in patients with acute respiratory failure using HH and HME, describing no difference between PaCO₂ in hypoxemic and hypercapnic patients. LELLOUCHE et al. (2012) reported that both acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure groups in HH and HME had an increase in PaCO₂ levels when using EMH, with an increase in minute volume and a decrease in CO₂ levels when using HH. **CONCLUSION** : Studies show a similar frequency of pneumonia among patients who used HME or HH, and diverge about the humidification system that leads to CO₂ increase, but despite these variations, the implementation of the humidification and warm-up tasks for patients in NIMV promote better respiratory comfort, since several respiratory tract properties and functions can be affected by the loss of humidity and lack of heating of inhaled gases during ventilatory support.

Keywords: Heat and moisture exchanger, Non Invasive Ventilation, Heated humidifier

Lista de Tabelas

Tabela 1	Total de bases de dados acessadas, artigos encontrados e selecionados.....	26
Tabela 2	Resumo das intervenções e principais resultados dos artigos selecionados.....	27

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1 Suporte Ventilatório Mecânico.....	1
1.2 Indicação do suporte ventilatório.....	1
1.3 Contraindicações da VNI.....	2
1.4 Iniciando a VNI com pressão positiva.....	2
1.5 VNI no período pós operatório imediato	3
1.6 Máscaras e ventiladores para aplicação de VNI	3
1.6.1 Ventiladores disponíveis no mercado brasileiro	4
1.6.2 Reinalação do gás carbônico	4
1.6.3 Suplementação de oxigênio	4
1.6.4 Monitorização da VNI	4
1.6.5 Indicação do uso de interfaces nas principais situações clínicas	5
1.7 Adaptação e tolerância da interface	5
1.7.1 Máscaras nasais	5
1.7.2 Máscaras oronasais (faciais).....	5
1.7.3 Máscara facial total e capacete	5
1.8 VNI	6
1.8.1 Ventiladores e modos ventilatórios	7
1.8.2 Limitações para o uso da VNI	8
1.9 Umidificação da via aérea artificial	9
1.10 Umidificação e aquecimento das vias aéreas	10
1.11 Umidificadores aquecidos	11
1.12 Trocadores de calor e umidade.....	11
1.13 Umidificadores aquecidos X Trocadores de calor e umidade.....	12
1.14 Cuidados com os trocadores de calor e umidade	13
1.15 Efeitos dos trocadores de calor e umidade na mecânica respiratória	14
1.16 Efeitos dos trocadores de calor e umidade na umidificação.....	15
1.17 VNI na exacerbação da Doença Pulmonar Obstrutiva crônica.....	16

1.18 VNI na exacerbação da Asma	17
1.19 CPAP no edema pulmonar cardiogênico.....	17
1.19.1 VNI com dois níveis de pressão no edema pulmonar cardiogênico	17
1.20 VNI na insuficiência respiratória hipoxêmica	17
1.21 VNI em pacientes terminais.....	18
1.22 VNI na insuficiência respiratória pós extubação.....	18
1.23 VNI como estratégia de desmame	18
2. Objetivo	19
3. Metodologia.....	20
4. Resultados	22
5. Discussão.....	34
6. Conclusão	37
7. Referências	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Suporte ventilatório mecânico

A utilização de uma via aérea artificial e a implementação da ventilação mecânica estão indicadas quando ocorre desequilíbrio entre demanda e a capacidade ventilatória. As vias aéreas superiores desempenham um papel importante no aquecimento, umidificação e filtração do ar inspirado, sendo responsável por em média 65% da umidade do gás alveolar (SIQUEIRA, 2010).

O suporte ventilatório mecânico, tanto não invasivo como invasivo, deve ser realizado adequadamente para ser evitada a lesão induzida pela ventilação mecânica. A ventilação mecânica moderna e atual indicam um suporte ventilatório com volumes correntes de 6mL/Kg de peso predito, delta entre a pressão de platô e a pressão expiratória final positiva (PEEP) de no máximo 15cmH₂O, níveis de pressão expiratória final suficientes para evitar o colapso das vias aéreas e dos alvéolos e garantir uma troca gasosa adequada (BARBAS et al, 2013).

O ajuste de sincronia do paciente com o ventilador mecânico e a ventilação mecânica de acordo com a doença respiratória apresentada pelos pacientes é possível devido ao uso de ventiladores cada vez mais sofisticados e com possibilidades de ajuste fino de sensibilidade e de diversos mecanismos de disparo, velocidades e aceleração de fluxo inspiratório, diversos mecanismos de término de tempo inspiratório e opções de monitorização (BARBAS et al, 2013).

1.2 Indicação do suporte ventilatório

A VM propicia melhora das trocas gasosas e diminuição do trabalho respiratório. Pode ser utilizada de forma não invasiva por meio de uma interface externa, geralmente uma máscara facial, e de forma invasiva por meio de um tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia. A VM pode substituir total ou parcialmente a ventilação espontânea, indicada na insuficiência respiratória aguda (IRpA) ou crônica agudizada. Ventilação não

invasiva (VNI) utiliza uma pressão inspiratória para ventilar o paciente por meio de interface nasofacial, sendo a pressão inspiratória positiva (IPAP) e ou pressão de suporte (PSV) e uma pressão positiva expiratória para manter as vias aéreas e os alvéolos abertos visando melhorar a oxigenação, pressão expiratória positiva (EPAP) ou pressão expiratória final positiva (PEEP). No modo de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), é administrada ao paciente, por interface nasofacial, somente uma pressão expiratória final contínua nas vias aéreas. No CPAP, a ventilação do paciente é feita de forma totalmente espontânea (BARBAS et al, 2013).

1.3 Contraindicações da VNI

Casos de intubação de emergência, parada cardíaca ou respiratória e as relativas consistem na incapacidade de cooperar, proteger as vias aéreas, ou secreções abundantes, sonolência, agitação, confusão ou recusa do paciente rebaixamento de nível de consciência (exceto acidose hipercápnica em DPOC) , falências orgânicas não respiratórias (encefalopatia, arritmias malignas ou hemorragia digestivas graves com instabilidade hemodinâmica), cirurgia facial ou neurológica, trauma ou deformidade facial, alto risco de aspiração, obstrução de vias aéreas superiores, anastomose de esôfago recente (evitar pressurização acima de 15cmH₂O), obstrução de via aérea inferior ou trauma de face, sangramento digestivo alto, pós operatório de cirurgia de face, via aérea superior ou esôfago (REIS, 2007).

1.4 Iniciando a VNI com pressão positiva

Os pacientes com incapacidade de manter ventilação espontânea (volume-minuto >4Lpm, PaCO₂ 7,25) devem iniciar uso de VNI com dois níveis de pressão, com a pressão inspiratória suficiente para manter um processo de ventilação adequada, impedindo a progressão para fadiga muscular e/ou parada respiratória. Os pacientes que pioram ou não melhoram devem ser imediatamente intubados pelo risco de perda de proteção da via aérea inferior e de parada respiratória. Em pacientes com rebaixamento de nível de consciência devido à hipercapnia em doença pulmonar obstrutiva crônica

(DPOC) pode-se utilizar a VNI e a melhora da consciência deve ser evidente dentro de 1 a 2 horas após o início da VNI (REIS, 2017).

No caso de realizar a descontinuidade da VNI com pressão positiva, ajustes como diminuição da frequência respiratória (f), aumento do volume corrente (VC), melhora do nível de consciência, diminuição ou cessação de uso de musculatura acessória, aumento da pressão parcial do oxigênio (PaO_2) e/ou da saturação arterial periférica (SpO_2), e diminuição da pressão parcial de gás carbônico (PaCO_2) sem distensão abdominal significativa devem ser feitos. Quando não há sucesso, realizar imediata intubação orotraqueal (IOT) e ventilação invasiva. Espera-se sucesso na população hipercápica com o uso da VNI em 75% dos casos, e nos hipoxêmicos em cerca de 50% (REIS, 2017).

1.5 VNI no período pós-operatório imediato

A VNI para tratamento da IRpA no pós-operatório imediato de cirurgias abdominal e torácica eletivas deve ser utilizada associada à melhora da troca gasosa, à redução de atelectasias e à diminuição do trabalho respiratório, além de diminuição da necessidade de IOT e, possivelmente, da mortalidade. Os pacientes que apresentam hipercapnia, insuficiência cardíaca congestiva, tosse ineficaz ou secreção retida em vias aéreas, mais do que um fracasso no teste de respiração espontânea ou mais do que uma comorbidade, obstrução das vias aéreas superiores, idade >65 anos, aumento da gravidade do quadro, tempo de ventilação mecânica maior do que 72 horas, paciente portador de doenças neuromusculares e pacientes obesos, são considerados em risco de falha de extubação que poderão se beneficiar do uso de ventilação não invasiva imediato após extubação (uso profilático). O grau B de recomendação evidencia que a VNI pode ser utilizada com cautela para o tratamento da insuficiência respiratória hipoxêmica no período pós-operatório imediato de cirurgias abdominais e torácicas eletivas. A utilização da VNI no período pós-operatório deve respeitar as limitações e contraindicações para o seu uso (REIS, 2017).

1.6 Máscaras e ventiladores para aplicação de VNI

1.6.1 Ventiladores disponíveis no mercado brasileiro

A VNI pode ser aplicada por meio de ventiladores portáteis, específicos para esse fim com compensação de vazamento, os quais devem ser acoplados a interfaces nasofaciais com circuito único e válvula exalatória localizada na máscara e, ventiladores invasivos microprocessados com programas específicos para esse fim, os quais devem ser acoplados a interfaces nasofaciais por meio de cotovelo e circuito duplo do próprio ventilador mecânico (BARBAS, 2013).

1.6.2 Reinalação de gás carbônico

Evitar a reinalação de CO₂ ou minimizá-la nos casos de uso dos ventiladores de circuito único. Os sistemas que apresentam orifícios de exalação na própria interface apresentam menor risco de reinalação do que os que têm esse orifício no circuito. A utilização de PEEP baixa e o reduzido suporte pressórico podem contribuir para a reinalação do CO₂ (BARBAS, 2013).

1.6.3 Suplementação de oxigênio

Em ventiladores com misturador de gás, o ajuste da suplementação de oxigênio (O₂) é feita no próprio ventilador. Nos equipamentos de VNI portáteis, sem misturador de gás, suplementar O₂ diretamente na máscara sempre depois da válvula de exalação, usando fonte de O₂ externa, sendo que a FIO₂ suplementada ao paciente depende do fluxo de O₂, da posição da conexão da fonte de O₂ no circuito, do grau de vazamento verificado no circuito ventilatório, do tipo de interface utilizada e dos níveis de IPAP e EPAP oferecidos (BARBAS, 2013).

1.6.4 Monitorização na VNI

Monitorizar o volume corrente (VC), a frequência respiratória (f) e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) durante uso da VNI. As assincronias, os escapes o auto-

peep, os esforços ineficazes e o mecanismo de compensação do vazamento devem ser constantemente observados. Observar o esforço realizado pelo paciente afim de ajustar os parâmetros (BARBAS, 2013; LELLOUCHE et al, 2002).

1.6.5 Indicação de uso das interfaces nas principais situações clínicas

Escolher uma interface adequada de melhor adaptação ao paciente, utilizar interfaces sem compressão nasal se o tempo estimado de VNI for >24 a 48 horas, assim como utilizar interface com válvula de PEEP se a opção for CPAP com gerador de fluxo. Na VNI com ventilador mecânico de UTI (microprocessado convencional), utilizar máscara conectada a circuito duplo, e se for com ventilador específico, utilizar máscara para circuito único (BARBAS, 2013).

1.7 Adaptação e tolerância da interface

1.7.1 Máscaras nasais

Utilizadas em IRpA leve, pacientes com claustrofobia ou má adaptação à máscara facial e é possível combinar diferentes interfaces quando os pacientes necessitam de assistência ventilatória contínua para evitar os pontos isquêmicos devido à redução de fluxo sanguíneo secundária à pressão que a máscara exerce no rosto do paciente (BARBAS, 2013; LELLOUCHE et al, 2002).

1.7.2 Máscaras oronasais (faciais)

Usar máscaras faciais na IRpA leve e moderada, visando à melhora rápida dos parâmetros fisiológicos (trocas gasosas e trabalho respiratório). Monitorizar tolerância e efeitos colaterais, como úlcera em pontos de apoio e distensão gástrica (BARBAS, 2013; LELLOUCHE et al, 2002).

1.7.3 Máscara facial total e capacete

Distribui a pressão da máscara exercida na pele por englobar todo o rosto, evitando pontos de pressão em torno do nariz e reduzindo o risco de lesões cutâneas. Utilizar em situações de insuficiência respiratória hipoxêmica mais graves por permitir uma pressurização maior das vias aéreas. Pode ser utilizada a máscara do tipo capacete (Helmet), se disponível, nos casos de insuficiência respiratória menos grave. A mesma é hermeticamente fechada por uma almofada de ar ao redor do pescoço, inflada pelo próprio ventilador, tendo como pontos de contato o pescoço, os ombros e a região axilar, apesar de apresentar uma limitação para sua aplicação em pacientes com distúrbio de ventilação, devendo ser corrigida com aplicação de maiores níveis de suporte pressórico por apresentar um grande espaço morto. O ruído interno também é um incômodo a ser considerado. Essa interface pode gerar também assincronia de disparo determinado pelo atraso na liberação do fluxo inspiratório, tendo conseqüente elevação do trabalho respiratório (BARBAS, 2013).

1.8 VNI

O uso de VNI reduz a necessidade de intubação endotraqueal e o risco subsequente de morbidade e mortalidade. A falência da VNI consiste na inadequada remoção do CO₂ e baixa tolerância à técnica. Deve ser monitorado por profissional da saúde à beira do leito de 0,5 a 2 horas, devendo ser utilizada de forma cuidadosa em pacientes com pneumonia grave. Para ser considerado sucesso, devem ser observados diminuição da f , aumento do VC, melhora do nível de consciência, diminuição ou cessação de uso de musculatura acessória, aumento da PaO₂ e/ou da SpO₂ e diminuição da PaCO₂ sem distensão abdominal significativa. Realizar imediata IOT e ventilação invasiva quando não há sucesso, já que a intubação tardia diminui a sobrevivência, e a VNI pode usada com melhor resposta em pacientes com insuficiência cardíaca esquerda sistólica ou diastólica, doença pulmonar obstrutiva crônica com retenção de CO₂ associada à exacerbação hipercápnica e imunossuprimidos com pneumonia bilateral. Espera-se sucesso na população hipercápnica com o uso da VNI em 75% dos casos, e em 50% dos hipoxêmicos. A escolha do modo ventilatório deve se basear em três critérios: o conhecimento e habilidade da equipe multiprofissional com o modo; a disponibilidade de

ventiladores e a indicação clínica, baseada principalmente na presença ou não de estímulo respiratório, da estabilidade hemodinâmica e da intensidade da lesão pulmonar. Pressão positiva expiratória final: não havendo SDRA, utilizar valores de PEEP de 5 a 10cmH₂O. O valor da PEEP deve ser ajustado em combinação com a fração inspirada de oxigênio (FiO₂) para manter a SpO₂ entre 90 e 95% para minimizar lesões cognitivas. Ventilação mecânica sem PEEP ou com PEEP muito baixa estão associadas a maior translocação bacteriana. O valor da FiO₂ deve ser ajustado em combinação com a PEEP para manter a SpO₂ entre 90 e 95% para minimizar lesões cognitivas. Volumes correntes superiores a 6mL/kg de peso ideal aumentam a translocação bacteriana e a lesão pulmonar induzida pelo ventilador; portanto os pacientes devem ser ventilados com volumes correntes \leq 6mL/kg de peso predito. Em pacientes com pneumonia unilateral e hipoxemia grave, com monitorização intensa afim de evitar piora na oxigenação e contaminação do pulmão contralateral, pode-se praticar a mudança para decúbitos laterais (SHETTINO, 2014; LELLOUCHE et al, 2012).

1.8.1 Ventiladores e modos ventilatórios

Os ventiladores específicos para VNI têm como característica principal a presença de um circuito único, por onde ocorrem tanto a inspiração como a expiração. Um orifício localizado na porção distal desse circuito é obrigatório para minimizar a reinalação de CO₂ durante a inspiração. Esse orifício faz com que haja um vazamento contínuo de ar pelo circuito, eliminando o CO₂ exalado pelo paciente durante a expiração. Por esse motivo, os ventiladores específicos para VNI foram criados para funcionar na presença de vazamento. As principais vantagens desses ventiladores são tolerância ao vazamento, boa sincronia paciente-ventilador e preço competitivo, quando comparados aos ventiladores de UTI. A restrição de alguns modos ventilatórios, limitação de alarmes e dificuldade para o ajuste da FIO₂ são algumas das limitações desses aparelhos específicos para VNI, porém alguns modelos já apresentam esses requisitos (SHETTINO, 2014; LELLOUCHE et al, 2012).

Os novos ventiladores de UTI estão sendo adaptados para funcionarem tanto durante a ventilação invasiva quanto não invasiva. Relatos foram realizados relatando o uso bem sucedido de VNI com emprego dos modos CPAP, volume controlado, pressão controlada, pressão de suporte e ventilação assistida proporcional (PAV). Para pacientes com DPOC agudizada, pressão de suporte e PEEP (PS + PEEP ou inspiratory positive airway pressure, também conhecido como IPAP, nível acima da EPAP – expiratory positive airway pressure) foi o modo ventilatório utilizado na maioria dos estudos publicados até o momento, sendo por isto o modo ventilatório recomendado pela maioria dos autores. Nessa modalidade escolhida, a PS (ou IPAP) deve ser ajustada para gerar um volume corrente por volta de 6 a 8 mL/kg e frequência respiratória <30/min, o valor da PEEP (ou EPAP) deve ser inferior ao da PEEP intrínseca (sugere-se o uso da PEEP/EPAP inicialmente em torno de 6 cmH₂O). A ventilação assistida proporcional (PAV) pode ser uma alternativa a PS +PEEP para VNI na DPOC agudizada, como demonstrado em alguns estudos clínicos. O modo ventilatório frequentemente empregado é o CPAP (continuous positive airway pressure) para o suporte ventilatório não invasivo de pacientes com edema agudo de pulmão (EAP). Nessa situação, é comum a empregabilidade de um valor mínimo de 10 cmH₂O. A CPAP não é capaz de aumentar a ventilação alveolar, dessa forma, quando há presença de hipercapnia, é dada preferência ao uso da ventilação não invasiva com dois níveis de pressão (BIPAP). Fu et al. demonstraram que a CPAP obtida com gerador de fluxo tem funcionamento semelhante à CPAP de ventiladores mecânicos para aplicação não invasiva (SHETTINO, 2014; LELLOUCHE et al, 2012).

1.8.2 Limitações para o uso da VNI

A VNI não deve ser utilizada em pacientes totalmente dependentes da ventilação mecânica para se manterem vivos. A cooperação do paciente é importante para o sucesso da VNI, tornando o seu uso limitado nos pacientes com rebaixamento do estado de consciência ou com agitação. A VNI só deve ser utilizada naqueles pacientes capazes de manter a permeabilidade da via aérea superior, assim como a integridade dos mecanismos de deglutição e a capacidade de mobilizar secreções. Instabilidade

hemodinâmica grave, caracterizada pelo uso de aminas vasopressoras, e arritmias complexas são consideradas contra-indicações para o uso da VNI pela maioria dos autores. Pacientes com distensão abdominal ou vômitos não devem utilizar VNI pelo risco de aspiração. Trauma de face, lesão aguda e/ou sangramento de via aérea são também consideradas limitações para o uso da VNI (SHETTINO, 2014; LELLOUCHE et al, 2012).

1.9 Umidificação da via aérea artificial

A via aérea é responsável pelo aquecimento e umidificação do gás inspirado. Durante a respiração, os gases inspiratórios são umidificados na cavidade nasal e faríngea, ou seja, a passagem do calor e umidade é função primária do trato respiratório superior, principalmente do nariz. A mucosa que reveste os seios, a traquéia e os brônquios também auxiliam no aquecimento e umidificação dos gases inspirados (GATIBONI, 2008).

A mucosa nasal que tem papel de revestimento, contém secreções advindas das glândulas mucosas, das células caliciformes e da transudação de líquido através da parede celular. A mucosa nasal, por ser intensamente vascularizada, permite o aquecimento e a transferência eficaz de calor para o ar inalado (GATIBONI, 2008).

A umidade absoluta (AH) constitui a quantidade de vapor d'água presente em uma mistura de gás. A AH é expressa em miligramas de água por litro de volume do gás (mg H₂O/L) e seu valor máximo depende diretamente da temperatura do gás (MONRIGAL et al, 1997; GATIBONI, 2008).

A mistura de gás é considerada saturada quando alcança sua capacidade máxima de vapor d'água a uma dada temperatura, representando assim a máxima quantidade de vapor d'água presente no gás a uma dada temperatura. Já a Umidade Relativa (RH) constitui na relação entre umidade absoluta do gás e a umidade absoluta do gás saturado a uma determinada temperatura. A umidade relativa de um gás saturado com vapor d'água é 100% (GATIBONI, 2008).

1.10 Umidificação e aquecimento das vias aéreas

Na inspiração, calor e umidade são adicionados aos gases e na expiração, os mesmos são retidos no trato respiratório superior. A perda de água do trato respiratório é esperada: o gás expirado transfere o calor de volta para a mucosa traqueal e nasal por convecção, e o gás saturado é resfriado e conserva menos vapor de água. Nessas funções, ocorre condensação sobre as superfícies mucosas e a água líquida é reabsorvida pelo muco (re-hidratação). Portanto, na expiração, o ar passa pela traquéia a uma temperatura de 34° C e conforme se dirige ao meio externo, transfere calor para a mucosa respiratória, que recupera o calor e a água na fase expiratória (MONRIGAL, 1997).

Após 10 minutos de uso da ventilação mecânica invasiva, é possível ter complicações, que podem ser evitadas através da umidificação e aquecimento dos gases, devendo-se tomar cuidado com a umidificação e aquecimentos insuficientes, que podem culminar em hipotermia, ressecamento da mucosa traqueobrônquica, destruição do epitélio ciliar, espessamento do muco e ulceração da mucosa levando à retenção de secreção e atelectasia, causando a diminuição da atividade ciliar e aumento da viscosidade do muco, podendo levar à obstrução da via aérea, infecção, atelectasia e necrose das células do epitélio e perda do calor (SHELLY et al, 1988).

A umidificação e aquecimento em excesso podem culminar em hipertermia, queimadura do epitélio respiratório, aumento da viscosidade do muco e produção de secreções, aumento da incidência de pneumonia associada à ventilação, assincronia paciente-ventilador por parte dos umidificadores aquecidos, aumento do trabalho respiratório, maior resistência à passagem do ar e alterações derivadas da ventilação alveolar por parte dos filtros de calor e umidade. A atividade do surfactante diminui rapidamente, podendo sua produção ser inibida por completo, inativação ou substituição por fluido intra-alveolar também pode ocorrer ou a diluição do surfactante pela água condensada (CINELLA, 2005; SHELLY et al, 1988; LUCATO, 2005).

1.11 Umidificadores aquecidos

Os UA desempenham a função de fazer passar o gás seco e frio através de uma câmara preenchida parcialmente com água aquecida onde, através da evaporação, o vapor d'água é misturado ao gás, elevando sua temperatura e umidade. UAs são muito utilizados devido à promoção adequada de aquecimento e umidificação em torno de 100% de RH. Algumas desvantagens estão presentes, como alto custo e condensação do vapor d'água no circuito da ventilação, levando assim a um perigo de contaminação bacteriana, necessitando de fornecimento de energia e de constante suprimento de água. Além disso, o uso incorreto dos UAs pode causar aquecimento e umidificação excessivos ou insuficientes, podendo levar a hipertermia ou hipotermia, lesão térmica de via aérea ou pouca fluidificação da secreção (American Association for Respiratory Care, 1992).

1.12 Trocadores de calor e umidade

Os filtros HME constituem dispositivos que mesclam propriedades de umidificação com propriedades de retenção bacterianas através de membranas que têm a função de proteger pacientes mecanicamente ventilados. Os HMEs são umidificadores de ação passiva, que retêm a umidade e o calor durante a expiração do paciente e em seguida liberam para o ar seco inspirado, retornando o aquecimento e a umidade para as vias aéreas do paciente. Dessa forma, esses dispositivos preservam o nível de água e aquecimento, tendo uma recuperação de 70% do calor e umidade expirados (BRANSON, 1993; LUCATO, 2005; RICARD, 2000).

Divididos em três categorias, os HMEs podem ser classificados em higroscópicos, hidrofóbicos e mistos (hidrofóbicos- higroscópicos). Os Higroscópicos são os mais populares tipos de HME's, constituído de camadas de material com baixa condutividade térmica, papel ou espuma, impregnado com um sal higroscópico (normalmente cloreto de lítio ou cálcio), variando em forma e tamanho. Durante a expiração, ocorre a condensação e retenção de água aquecida no elemento higroscópico e durante a inspiração, o gás é umidificado e aquecido com água previamente retida. Esses HME's

têm melhor qualidade de umidificação comparados aos HME's que possuem componente hidrofóbico (BONASSA, 1997; LUCATO, 2005).

Nos HME's hidrofóbicos, a superfície é recoberta por material repelente a água, e a área de superfície é aumentada por várias dobraduras, que funcionam como pregas. Essa superfície recoberta impede a passagem de água para o meio externo; o gás inspirado é umidificado e aquecido com água retida durante a expiração na superfície interna do filtro. Os HME's hidrofóbicos funcionam também como filtros de bactérias, porém são pobres em umidificação. (SHELLY et al, 1988).

Os HMEs mistos constituem propriedades dos filtros hidrofóbicos e higroscópicos e apresentam tanto a propriedade de filtro contra bactérias e considerável capacidade de umidificação. O componente hidrofóbico não funciona bem como um trocador de calor e umidade, porém, quando combinado a um elemento higroscópico, aumenta sua capacidade de umidificação. Os mistos, como os hidrofóbicos, têm maior volume interno e resistência (RICARD et al, 2000).

1.13 Umidificadores Aquecidos X Trocadores de Calor e Umidade

Os umidificadores aquecidos (UAs) são responsáveis pelo aquecimento e umidificação do ar inspirado e pela sua passagem por meio de uma câmara preenchida parcialmente por água destilada aquecida. Os filtros de calor e umidade são dispositivos adaptados entre a via aérea do paciente e o circuito do ventilador, capazes de armazenar parte do calor e vapor d'água proveniente do ar exalado, disponibilizando-os durante uma nova inspiração (SIQUEIRA et al, 2010).

Os HMEs são responsáveis pelo aquecimento passivo, não requerem monitorização de temperatura apropriada e alarmes para que o fornecimento de gás não seja muito quente, assim como não requerem monitorização do nível de água no umidificador. Assim como os UAs, necessitam ainda de apropriada limpeza e desinfecção do umidificador (LUCATO, 2005).

O uso dos filtros trocadores de calor e umidade aumentou nos últimos anos devido à redução de seu custo operacional, facilitação no manuseio e benefícios clínicos como redução do volume de condensado no circuito e diminuição da incidência de pneumonia associada ao ventilador (PAV). Devido às diferenças metodológicas de vários estudos, o efeito dos umidificadores na incidência de pneumonia nosocomial não foi totalmente concluído, havendo necessidade de mais estudos, pois a pneumonia nosocomial é um importante problema em pacientes submetidos a ventilação mecânica, tendo associação com alta mortalidade e morbidade e consideráveis gastos na saúde (SIQUEIRA et al, 2010; LUCATO, 2005).

Em estudos realizados comparando HME hidrofóbico e UAs, foi observada uma frequência de oclusão maior com o HME, e em outro não houve diferença estatisticamente significativa entre UA e HME. Thomachot et al. compararam HME trocado após 24 horas com o mesmo HME trocado após 48 horas e com UA, comparando a eficácia em umidificar e aquecer o ar inspirado, tendo como resultado que o grupo que utilizou UA foi o que teve valores maiores de temperatura e umidade dos gases inspirados (LUCATO, 2005).

1.14 Cuidados com os trocadores de calor e umidade

Os HME's possuem contraindicações relativas, tais como:

- Grande quantidade de secreção espessa e sanguinolenta, pois ocorre perigo de oclusão do HME;
- Pacientes que possuem alto volume minuto ou grande volume corrente por diminuírem a eficiência de umidificação dos HME's;
- No tratamento com aerossol, quando o nebulizador é colocado no circuito do paciente, situação em que o vapor d'água e as drogas aerossóis podem aumentar a resistência porquanto se tornam retidas no HME, devendo ser removido o HME do circuito do paciente.

- Temperatura corporal menor que 32°C, já que o HME retorna somente uma porção do calor e umidade exalados.
- Pacientes que apresentem uma fístula broncopleural ou com ausência/ problema no funcionamento do cuff endotraqueal, pois o HME é dependente da coleta do calor e umidade expirado; qualquer alteração que permita ao gás expirado passar pela atmosfera sem passar através do dispositivo irá reduzir a eficácia do HME (HAITHAM, 2014; LUCATO 2005).

A VNI é utilizada nesses pacientes que apresentam uma exacerbação hipercápnica, derivada do DPOC, devendo ter o cuidado no manejo clínico. Chiaranda et al. dizem que a resistência suplementar do HME seco pode ser aceitável para a maioria dos pacientes em ventilação mecânica assistida/controlada, porém, teoricamente, essa resistência ao fluxo de ar pode causar problemas em pacientes com DPOC severa, pois essa resistência adicional é somada com a alta resistência das vias aéreas desses pacientes, contribuindo para uma hiperinsuflação dinâmica (LUCATO, 2005; LELLOUCHE et al, 2012).

1.15 Efeitos dos trocadores de calor e umidade na mecânica respiratória

Os HME's podem causar problemas clínicos que podem contraindicar o seu uso, como por exemplo, aumento da resistência, agravo do trabalho da respiração e hipercapnia devido ao aumento do espaço morto. Os HME's têm efeitos desfavoráveis nos parâmetros ventilatórios: aumentam o espaço morto, que por sua vez diminui a ventilação alveolar e provoca o aumento da PaCO₂. (HAITHAM, 2014).

A fim de manter o mesmo nível de ventilação alveolar, o volume corrente deve ser aumentado, expondo os pacientes ao perigo de terem lesões pulmonares decorrentes do volume corrente. Ao utilizar o HME, enquanto a água vai sendo absorvida, a resistência irá aumentar e, com seu uso prolongado, o aumento na resistência ao fluxo expiratório pode resultar no acúmulo de ar e gerar auto-PEEP, podendo aumentar o trabalho respiratório do paciente (HAITHAM, 2014).

O paciente, para manter a ventilação alveolar normal, deve aumentar a frequência respiratória, o volume corrente ou ambos quando há aumento do espaço morto relacionado ao uso do HME. Como conclusão, os HMEs com grande espaço morto podem causar diminuição da função respiratória de pacientes ventilando espontaneamente pelo aumento do trabalho respiratório, ou levar à retenção de CO₂ em pacientes curarizados (LUCATO, 2005).

O efeito de HME's em pacientes com ventilação mecânica não invasiva tem sido estudado. Lellouche et al. estudaram o esforço do paciente comparando HME e UA durante VNI e concluiu-se que o HME diminui a eficiência da VNI em reduzir o esforço comparativamente ao UA, por ter aumentado consideravelmente o trabalho da respiração. Em seu estudo, a principal hipótese para explicar o aumento do trabalho da respiração com o HME é o aumento no espaço morto do circuito causado pelo HME (LELLOUCHE et al, 2012).

1.16 Efeitos dos trocadores de calor e umidade na umidificação

A utilização dos filtros trocadores de calor e umidade tem aumentado nos últimos anos devido à redução do seu custo operacional, possíveis benefícios como redução do volume do condensado no circuito e redução na incidência de pneumonia associada ao ventilador, além da facilidade de manuseio (SIQUEIRA et al, 2010).

Quanto mais baixa a AH do gás inspirado, o total de água perdida é maior pelo paciente durante a ventilação mecânica. Juntamente a esse fato, o emprego dos filtros trocadores de calor e umidade podem associar-se ao incremento da resistência imposta e do espaço morto, com conseqüente aumento do trabalho muscular respiratório, redução do volume minuto e retenção do CO₂. Relatos sugerem que alto volume corrente (V_t), fluxo ou volume minuto irão diminuir a eficiência de umidificação do HME (LUCATO, 2005; SIQUEIRA et al, 2010).

Um estudo comparando vários HMEs higroscópicos, hidrofóbicos e mistos, os autores concluíram que um aumento no espaço morto foi associado com um aumento de

produção de umidade. Um aumento na frequência respiratória (f) ou uma diminuição do tempo inspiratório irá diminuir a produção de umidade, ou seja, a diminuição no tempo que o gás passa pelo HME reduz a função do dispositivo em remover a umidade do gás exalado e adicionar no gás inspirado (LUCATO, 2005; SIQUEIRA, 2010).

Teoricamente, os UAs conferem melhor umidificação para o paciente comparado aos HMEs. Em uma revisão Cochrane, a PaCO₂ e o volume minuto foram maiores do que em pacientes utilizando HME's, sugerindo o emprego dos UAs para pacientes com limitação de reserva respiratória. No estudo de Thomachot et al., dez pacientes foram sedados e ventilados por 3 períodos consecutivos de 24 horas com um UA, HME hidrofóbico e HME higroscópico. Nele, a perda de calor respiratório foi duas vezes maior com os HME's do que com o UA, sugerindo que maior quantidade de calor foi extraída do trato respiratório pelo HME comparado ao UA. A temperatura traqueal não pareceu ser uma estimativa confiável da perda de calor respiratório total (HAITHAM, 2014; LUCATO, 2005).

No caso da umidificação ser inadequada, pode levar ao depósito de secreção viscosa na parede interna do tubo endotraqueal. A obstrução parcial do tubo pode causar súbita oclusão do tubo e pode levar a um aumento considerável da carga imposta nos músculos respiratórios. O estudo de Villafane et al., demonstrou que a permeabilidade das vias aéreas artificiais pode ser modificada no curso da ventilação mecânica prolongada, podendo ter influência pelo tipo de umidificação da via aérea. Uma progressiva redução no diâmetro do tubo foi observada em alguns pacientes, sugerindo que o lúmen do tubo pode ser obstruído por depósito de secreção brônquica nas paredes internas. Neste estudo, o HME hidrofóbico foi comparado com o HME misto e UA; e observou-se que a redução foi bem maior com o HME hidrofóbico. A capacidade de umidificação foi maior em HME misto em comparação ao hidrofóbico, resultando em uma menor incidência de obstrução do tubo traqueal (LUCATO, 2005).

1.17 VNI na exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica

A VNI deve ser utilizada como tratamento para pacientes com DPOC agudizado, especialmente em situação de exacerbação grave, caracterizada pela presença de acidose respiratória ($\text{pH} < 7,35$). O uso de VNI diminui a necessidade de intubação e reduz a mortalidade hospitalar desses pacientes. Grau de recomendação: A (BARBAS, 2013).

1.18 VNI não invasiva na exacerbação da asma

A VNI pode ser utilizada aliada ao tratamento medicamentoso convencional para o cuidado de pacientes com exacerbação aguda e grave da asma. Grau de Recomendação: B (BARBAS, 2013).

1.19 CPAP no edema pulmonar cardiogênico

O uso de CPAP é seguro e por diminuir a necessidade de intubação para pacientes com edema agudo de pulmão, deve ser aplicado precocemente aliado à terapia medicamentosa convencional. Grau de recomendação: A (BARBAS, 2013).

1.19.1 VNI com dois níveis de pressão no edema pulmonar cardiogênico

Pacientes com hipercapnia associada à hipoxemia se beneficiam do uso da VNI com PEEP acrescido de pressão de suporte (PEEP + PS). O uso de pressão expiratória de 10 cmH₂O pode ser o principal desencadeador respiratório ou hemodinâmico para pacientes com edema agudo dos pulmões de origem cardíaca, tanto durante o uso do CPAP, quanto na VNI com PEEP + PS. Grau de recomendação: B (BARBAS, 2013).

1.20 VNI na insuficiência respiratória hipoxêmica

A VNI pode ser benéfica na insuficiência respiratória hipoxêmica, porém seu uso deve ser cauteloso. Grau de recomendação: B. O uso da VNI pode ser útil para diminuir

a mortalidade em subgrupos específicos de pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, como, por exemplo, pacientes imunossuprimidos. Grau de Recomendação: B. Devido ao alto risco de falência da VNI e consequente necessidade de intubação, pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica devem receber VNI onde existam facilidades para vigilância, monitoração, intubação traqueal e ventilação invasiva. Grau de recomendação: D (LELLOUCHE et al, 2012; BARBAS, 2013).

1.21 VNI em pacientes terminais

Pode ser utilizada a VNI quando a causa da insuficiência respiratória for reversível, particularmente nos pacientes com DPOC agudizada ou com edema pulmonar de origem cardíaca. Grau de recomendação: B (BARBAS, 2013).

1.22 VNI na insuficiência respiratória pós-extubação

A VNI não deve ser utilizada como método de resgate, pois ela pode retardar a reintubação. Grau de recomendação: A (BARBAS, 2013).

1.23 VNI como estratégia de desmame

A VNI através de máscara facial como estratégia de desmame pode ser utilizada em paciente que tiver repetidas falhas no teste de respiração espontânea. Apesar disso, as evidências de seu benefício ainda são consideradas insuficientes. Grau de recomendação: B (BARBAS, 2013).

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi verificar os efeitos dos trocadores de calor e umidade e umidificadores aquecidos na Ventilação Mecânica Não Invasiva.

3. METODOLOGIA

O estudo é categorizado como revisão analítica de literatura, sendo desta forma, desenhado e conduzido após a publicação de estudos sobre o tema utilização de trocadores de calor e umidade na Ventilação Mecânica não Invasiva.

A descrição e elaboração desta revisão de literatura envolveram quatro etapas: 1) Definição da pergunta; 2) Busca por evidências científicas; 3) Revisão e seleção dos artigos científicos; 4) Apresentação dos resultados.

A origem desta revisão de literatura deu-se ao me deparar com a questão norteadora do objetivo estabelecido nesta revisão (Etapa 1) “Quais os efeitos da utilização de trocadores de calor e umidade na Ventilação Mecânica Não Invasiva?”.

A busca por evidências científicas (Etapa 2) teve início com o encontro das palavras-chave determinadas pelos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): Trocadores de calor e umidade (Heat and moisture exchanger); Ventilação Mecânica não Invasiva (Non Invasive Ventilation) e Fisioterapia (Physical Therapy). O operador booleano utilizado foi AND.

Três bases de dados foram selecionadas (PubMed, Lilacs e Cochrane) e acessadas via Sistema Integrado de Bibliotecas Pe. Inocente Radrizzani do Centro Universitário São Camilo.

No intuito de prover uma busca eficiente e maximizar a possibilidade de encontrar artigos relevantes, as consultas foram realizadas de forma cronológica e retrospectivamente do segundo semestre de 2002 ao final de 2017. A busca se limitou

por artigos escritos em português e inglês. Todos os artigos selecionados para compor este trabalho foram recuperados na íntegra.

Os critérios de inclusão foram: Pacientes em VNI e utilizando HME e/ou HH. Foram excluídos estudos realizados com pacientes em Ventilação Mecânica Invasiva.

No intuito de facilitar a apresentação dos resultados, os dados foram organizados nas tabelas (Tabela 1 e Tabela 2), apresentadas nos resultados (Etapa 4).

4. RESULTADOS

No presente levantamento bibliográfico, entre os anos de 2002 e 2017 para as bases de dados em Saúde LILACS, COCHRANE e PubMed, identificou-se 11 artigos relacionados aos descritores em saúde selecionados.

Destes 11 artigos, 05 artigos foram selecionados por atenderem aos critérios de inclusão especificados na Metodologia.

Na Tabela 1 identifica-se o número total de artigos encontrados em cada base de dados acessada.

Tabela 1. Total de bases de dados acessadas, artigos encontrados e selecionados

Nº	Bases de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados
1.	LILACS	04	0
2.	COCHRANE	04	03
3.	PubMed	03	02
Total	03	11	05

Na Tabela 2 observam-se os artigos selecionados, de forma detalhada, pela identificação dos autores/do ano e o desfecho de cada estudo.

Tabela 2. Autores e principais resultados dos artigos selecionados

ARTIGO/ AUTORES	OBJETIVO	MÉTODOS	CRITÉRIOS	RESULTADOS
--------------------	----------	---------	-----------	------------

Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. LELLOU CHE et al. (2002)	O HME foi comparado a HH durante 20 minutos, com e sem PEEP de 5cmH ₂ O.	Os trocadores de calor e umidade (HME's) aumentam o espaço morto em comparação com os umidificadores aquecidos (HH). Esse estudo comparou o efeito de ambos durante a VNI nos gases arteriais e no esforço respiratório do paciente pelo uso da musculatura acessória, calculado através do produto da pressão e trabalho respiratório. Estudo randomizado cruzado (cross over) na UTI.	O critério de inclusão do estudo foi dispneia exacerbada, PaCO ₂ =45mmHg ou maior, 25 respirações por minuto, PaO ₂ menor que 60mmHg em ar ambiente e Ph abaixo de 7,38. Os critérios de exclusão foram necessidade de intubação endotraqueal imediata, hipoxemia severa, índice respiratório abaixo de 12 respirações por minuto, pneumotórax, encefalopatia e instabilidade hemodinâmica.	O PEEP resultou em um significativo decréscimo de esforço pelo paciente em comparação com a técnica ZEEP. Utilizando o PPEP para HH e HME não houve diferenças que não fossem similares às diferenças apresentadas com a técnica ZEEP. O esforço do paciente é menor e a ventilação minuto é melhor com o uso do HME do que com o uso de HH. A ventilação alveolar é mantida com um bom esforço pelo paciente utilizando o HME, comparado com o HH, e esse esforço foi melhor no estudo quando utilizado HME com ZEEP comparado ao HH, a ventilação-minuto cresceu 18% utilizando o HME.
---	---	---	---	--

Nove pacientes em VNI que tenham de moderada a severa falência hipercápnica respiratória.

Nove pacientes foram incluídos, 7 dos quais tiveram falência hipercápnica respiratória como complicação de exacerbação aguda da DPOC.

Foram comparados HH e HME com circuitos aquecidos.

Pressão e volume foram avaliados antes das diferentes intervenções.

Impact of the humidific	Testar se o uso dos umidificad	Ensaio clínico controlado randomizado em	Critérios de Não	houveram
			inclusão: 18 a 85	diferenças significativas
			anos, dispneia	no índice de intubação

ation ores 15 UTI's de exacerbada por até com HH e HME, no device on aquecidos hospitais 2 semanas e grupo de acidose intubation durante a universitários na presença de mais respiratória, o índice de rate VNI na UTI França, Tunísia, dois fatores: 25 intubação foi similar during para os Itália e Canadá, respirações por entre HH e HME, ou noninvasi pacientes pacientes com minuto, saturação seja, a duração da ve com falência de 90% em ar ventilação mecânica foi ventilatio falência respiratória em ambiente ou a mesma em ambos os n with respiratória hipoxemia ou oxigênio, ph do grupos. A mortalidade ICU aguda hipercapnia sangue arterial aumentou no 28º dia ventilator pode randomizados em abaixo de 7,35. Os com uso de HH pelo s: results diminuir o HH ou HME. critérios de subgrupo hipoxêmico e of a índice de O modo exclusão foram 5 pacientes no grupo HH multicent intubação, ventilatório necessidade e um do grupo HME er comparado recomendado foi imediata de morreram antes da randomiz com os a pressão intubação, maior reintubação. ed trocadores suporte, com o deformidade facial, Não houve diferença controlled de calor e objetivo de obter grande entre a PaCO2 nos dois trial. umidade. um volume probabilidade de grupos, a pressão LELLOU expiratório de procedimento diastólica foi maior no CHE et pelo menos cirúrgico, episódio HH em 3h de VNI. O al. (2013) 7ml/kg. Foram anterior de VNI modo ventilatório (nível incluídos 249 com duração da pressão de suporte, PEEP e FiO2) não teve variância. Sem pacientes , dos superior a 48h, Sem diferenças a respeito da incorretamente, intubação pelo mucosa seca em ambos restando 247. paciente. A os grupos do dia 1 ao 7 Destes, foram acidose com os volumes entre 0 subdivididos 119 respiratória foi e 1. Nesse intervalo de

pacientes no priorizada como dias, 13,8% dos grupo HH (73 critério de inclusão. pacientes do grupo HH subgrupo de tiveram mucosa seca, acidose similar a porcentagem respiratória e 46 de 13,2% do grupo subgrupo de HME. hipoxemia) e 128 pacientes no grupo HME (70 no subgrupo de acidose respiratória e 58 no subgrupo de hipoxemia).

Small Comparar Durante o período Critérios de Não houve diferença dead os os de 8 meses, foi inclusão: pacientes entre os dois grupos em space parâmetro realizado um com falência termos de idade, índice heat and s estudo respiratória aguda, severo, e em relação moisture respiratório prospectivo com utilizando VNI com aos gases do sangue exchange s e gases VNI em 16 leitos pressão suporte, arterial. Todos os rs do not do sangue do hospital em insuficiência pacientes completaram impede arterial dos universitário de respiratória, o estudo, nenhum deles gas pacientes Bordeaux. Duas doença pulmonar cessou a VNI antes do Exchang em VNI séries de obstrutiva crônica e tempo final do estudo ou e during com um pacientes foi pacientes obtiveram noninvasi espaço estudada. restritivos, falência desestabilização ve morto Primeira série: respiratória perante aos ventilatio pequeno comparação hipoxêmica em procedimentos.

n: a ao fazer entre os dois tipos pacientes sem
 comparis utilização de umidificação: CRF e pacientes
 on with a do HME tubo flexor entre o com dificuldade na
 heated comparado conector e a adesão à VM.
 humidifier com máscara facial. Critérios de
 . umidificad Foi utilizado um exclusão foram
 BOYER ores dispositivo contraindicações
 et al. aquecidos combinando o da VNI, imediata
 (2010) (HH). HME (38 ml de intubação descrita
 espaço morto) anteriormente e
 com um tubo contraindicação
 flexível (52 ml de pelo uso de HMEs,
 espaço morto), hipotermia, fístula
 tendo um total de broncopleurais e
 90ml no grupo envenenamento
 HME. Após esse por drogas
 procedimento, o inaladas, como
 tubo flexor com hidrocarbono.
 um espaço morto
 de 33ml foi
 posicionado entre
 o conector e a
 máscara facial.
 Segunda série: foi
 removido o tubo
 flexível em ambos
 os grupos para
 dimensionar o
 impacto dele no
 espaço morto

instrumental:

HME modelo Edith 1500 com 38ml de espaço morto, o qual é desprovido de tubo flexível, em comparação com o HH sem o tubo flexível (0ml de espaço morto).

Em 30 minutos de VNI, a pressão suporte

ventilatória foi comparada em um HME e em um HH, com intervalo de tempo de 20-30 minutos de respiração

espontânea com suporte de oxigênio oral ou nasal, para manter a $SpO_2 > 92\%$.

O nível de pressão suporte foi calculado

entre 7 e 10ml/Kg e índice respiratório menor do que 25 respirações por minuto, em pacientes com DPOC PEEP de 2 cmH2O e em pacientes com CRF, PEEP aumentada com 70% ou menos de FiO2.

<p>Comparison of two humidification systems for long-term noninvasive ventilation NAVA et al. (2008)</p>	<p>Investigar durante 12 meses o efeito clínico de HME umidificadores aquecidos (HH) na VNI longo prazo em pacientes hipercápnicos</p>	<p>Oito pacientes hipercápnicos que estavam recebendo oxigenoterapia a longo prazo e VNI participaram do presente estudo. Estudo randomizado com duração total de 12 meses, com um crossover</p>	<p>Os critérios de inclusão foram: estabilidade clínica, PH do sangue arterial de 7,35 e dióxido de carbono arterial Tensão (Pa, CO2) de 0,6.65 kPa (.50 mmHg), a Diminuição em Pa, CO2 de. 6% durante respiração</p>	<p>Dois pacientes (um em cada grupo) morreram prematuramente. A análise estatística foi, portanto, realizada em 14 pacientes. Em geral, os pacientes toleraram bem a ventilação e apenas Um paciente precisou diminuir o nível de apoio inspiratório De 18 a 16 cmH2O aos 3 meses.</p>
--	--	--	---	--

cos após 6 meses. espontânea após 1 A duração diária da VNI
estabilizad HH semana de NIMV. foi similar em ambos os
os. (MR850; Fisher Os critérios de grupos. Em média, o
and Paykel exclusão foram: tempo de permanência
Healthcare, apnéia obstrutiva da VNI foi bom.
Auckland, do sono, Sintomas nasais e da
Nova Zelândia) Alterações garganta foram raros e
foi ajustada a cardíacas e não aumentou
uma temperatura expectativa de vida significativamente
fixa (34uC estimada de, 12 durante a VNI em ambos
Na peça Y) e a meses. Pacientes os dispositivos HH e
porcentagem com antecedentes HME, com excessão da
máxima de de ocorrência de garganta
umidade Uvulopalatofaringo seca. A maioria dos
tolerada durante plastia, doença pacientes com garganta
um teste clínico nasal crônica grave seca relatou melhora
preliminar. O e utilização de após o uso de HH e uma
HME utilizado foi drogas que piora
o higroscópico e potencialmente deste sintoma com
hidrofóbico podem causar a HME.
Hygrobac-Dar secagem mucosa A freqüência de
(Mallinckrodt nasal. pneumonia,
Medical, exacerbações
Pleasanton, pulmonares graves
CA, EUA), exigindo admissão
colocado no final hospitalar e sinusite
do suporte do aguda foram
cateter conectado semelhantes em ambos
à máscara nasal. os grupos.

Foi diminuída a PaCO₂ de 6% durante a respiração espontânea após 1 semana de NIMV.

Níveis de gás sanguíneo arterial e resultados do teste de função pulmonar não mudou com os dois sistemas de umidificação, mas a PaCO₂ foi significativamente reduzida durante NIMV.

Short-Term effects of humidification devices on respiratory pattern and arterial blood gases during noninvasive ventilation.	Comparar o impacto dos trocadores de calor e umidade e dos umidificadores aquecidos durante a VNI para qualquer falência respiratória aguda ou hipercápnica ou hipoxêmica	81 indivíduos que tinham hipercapnia com acidose, hipercapnia sem acidose e hipoxemia receberam VNI foram tratados com HME e HH em ordem aleatória por 30 minutos cada durante um ano. No final de cada período, os gases do sangue arterial foram medidos e os parâmetros ventilatórios	Critérios de Inclusão: dispneia exacerbada recentemente, respiração maior ou igual a 25 respirações por minuto, PaO ₂ <60mmHg com ar ambiente e pH arterial <7,38. Critérios de exclusão: pacientes que necessitem de imediata intubação orotraqueal, hipoxemia severa, respiração <12 respirações por	Em ambos os grupos, a utilização de HME aumentou a PaCO ₂ , com aumento significativo do volume em 15 minutos, mais perceptível em pacientes hipercápnicos. A remoção do CO ₂ melhorou perante à utilização do HH, o mesmo não ocorreu com o HME.
--	---	--	---	---

LELLOU a em curto foram minuto,
CHE et prazo. registrados. pneumotórax e
al. (2012) Todos os instabilidade
indivíduos hemodinâmica.
receberam VNI
com pressão
suporte. As
primeiras
respirações foram
realizadas sem
pressão
expiratória e com
uma pressão
inspiratória sem
exceder
8cmH₂O. As
pressões
inspiratórias e
expiratórias
seguintes não
ultrapassaram 2
cmH₂O. A
pressão
expiratória foi
levemente
aumentada para
3cmH₂O para
pacientes DPOC
e até um máximo
de 10cmH₂O

para hipoxêmicos. A pressão inspiratória foi aumentada para obter o volume expirado de 7 a 9ml/Kg, e de 6 a 8 ml/Kg em pacientes DPOC. Os sujeitos foram ventilados por 30 minutos através do dispositivo HH e 30 minutos através do HME. Durante os últimos 5 minutos finais, os parâmetros ventilatórios índice respiratório em ciclos por minuto, ventilação minuto e gases do sangue arterial foram mensurados.

5. DISCUSSÃO

A VNI reduz a necessidade de intubação endotraqueal e o risco subsequente de morbidade e mortalidade e não deve ser utilizada em pacientes totalmente dependentes da ventilação mecânica para se manterem vivos. A cooperação do paciente é importante para o sucesso da VNI, tornando o seu uso limitado nos pacientes com rebaixamento do estado de consciência ou com agitação. A VNI só deve ser utilizada naqueles pacientes capazes de manter a permeabilidade da via aérea superior, assim como a integridade dos mecanismos de deglutição e a capacidade de mobilizar secreções. Instabilidade hemodinâmica grave, caracterizada pelo uso de aminas vasopressoras, e arritmias complexas são consideradas contraindicações para o uso da VNI pela maioria dos autores. Pacientes com distensão abdominal ou vômitos não devem utilizar VNI pelo risco de aspiração. Trauma de face, lesão aguda e/ou sangramento de via aérea são também consideradas limitações para o uso da VNI (SHETTINO, 2014; LOLLOUCHE, 2012).

A utilização de uma via aérea artificial está indicada na presença de desequilíbrio entre demanda e capacidade ventilatória. As vias aéreas superiores desempenham importante papel com relação ao aquecimento, umidificação e filtração do ar inspirado, sendo responsável por aproximadamente 65% da umidade do gás alveolar. Dois dispositivos são utilizados visando a umidificação e aquecimento do ar inspirado, pela passagem do ar por meio de uma câmara preenchida parcialmente por água destilada aquecida (umidificadores aquecidos), enquanto os filtros trocadores de calor e umidade são dispositivos adaptados entre a via aérea artificial e o circuito do ventilador, armazenando parte do calor e do vapor d'água derivados do ar exalado, disponibilizando-os para uma nova inspiração. O HME está associado com significativa redução da liberação do CO₂ e ao aumento do cansaço ao respirar, comparado ao HH, apesar de aumentar o volume minuto. O efeito do uso desses dispositivos é comum em pacientes com falência hipercápnica respiratória associado a acidose respiratória ou não, pacientes hipoxêmicos, pacientes com elevados índices arteriais de CO₂, baixo volume corrente e baixo PEEP (SIQUEIRA, 2010; LELLOUCHE, 2012).

A inalação a longo prazo dos gases inadequadamente condicionados pode acarretar em hipotermia, espessamento de secreções brônquicas, destruição do epitélio ciliar, atelectasias, inflamação da parede traqueal, disfagia, estenose de laringe além de lesões nas cordas vocais, na cavidade oral e traqueia. Quando o paciente faz uso de uma via aérea artificial, é necessário que seja acrescentado ao circuito da ventilação um sistema para umidificar e aquecer o gás inalado, pois várias propriedades e funções do trato respiratório podem ser afetadas pela perda da umidade e falta de aquecimento dos gases inalados durante o suporte ventilatório, como aumento da viscosidade do muco, danos à mucosa traqueal, diminuição do surfactante e da atividade ciliar, além de prejudicar as trocas gasosas (GALVÃO, 2006; ALCOFORADO, 2012).

Alguns estudos foram feitos com a utilização de sistemas de umidificação e aquecimento durante o uso da VNI e revelaram uma frequência de pneumonia similar entre os pacientes que utilizaram HME ou HH, e divergiram quanto ao sistema de umidificação que leva ao aumento do CO₂. A busca identificou 12 artigos, dos quais 7 foram excluídos. Dos 5 artigos selecionados, NAVA et al (2008) investigou os efeitos clínicos dos HH e HME em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica durante longa permanência da VNI, sendo utilizado no estudo pressão de ventilação suporte com e sem PEEP, obtendo como resultado frequência de pneumonia similar em ambos os grupos e decréscimo da PaCO₂. Espera-se sucesso na população hipercápnica com o uso da VNI em 75% dos casos, e nos hipoxêmicos em cerca de 50% (REIS, 2017).

Um maior volume corrente pode resultar em uma perda de água maior considerando a mesma ventilação minuto, levando à piora na performance de umidificação dos HME's. No estudo de LELLOUCHE et al. (2002) que comparou pacientes desta mesma condição clínica, na utilização do HH e HME por 20 minutos com e sem PEEP de 5cmH₂O para comparar o efeito de ambos durante a VNI nos gases arteriais e no esforço respiratório do paciente pelo uso de musculatura acessória, teve como desfecho o índice de ventilação minuto 18% maior utilizando o HME nesses

pacientes com moderada a severa falência hipercápnica respiratória, sugerindo um esforço menor do paciente do que com uso de HH.

Girault et al. observaram que em pacientes com falência respiratória crônica, o tipo de umidificação das vias aéreas pode influenciar e diminuir a eficácia da mecânica da ventilação, concluindo em seu estudo que HME's não devem ser usados no desmame desses pacientes, quando houverem limitações. (GIRAULT, 2011). BOYER et al. em seu estudo comparou os parâmetros respiratórios e gases do sangue arterial dos pacientes em VNI com um espaço morto pequeno ao utilizar o HME comparado aos umidificadores aquecido, assim como LELLOUCHE et al. (2014) compararam os parâmetros respiratórios e gases do sangue arterial em pacientes com falência respiratória aguda em uso de HH e HME, descrevendo não ter diferença entre a PaCO₂ em pacientes hipoxêmicos e hipercápnicos como no estudo de BOYER, VARGAS, e HILBERT (2010).

Na implementação da VNI, deve-se evitar a reinalação de CO₂ ou minimizá-la nos casos de uso dos ventiladores de circuito único. Os sistemas que apresentam orifícios de exalação na própria interface apresentam menor risco de reinalação do que os que têm esse orifício no circuito. A utilização de PEEP baixa e o reduzido suporte pressórico podem contribuir para a reinalação do CO₂ (BARBAS, 2014).

LELLOUCHE et al. (2012), descreveram que ambos os grupos de falência respiratória aguda, hipercápnicos e hipoxêmicos randomizados em HH e HME obtiveram elevação dos níveis de PaCO₂ quando utilizaram HME, com aumento do volume minuto e diminuição dos níveis de CO₂ perante à utilização do HH.

Para ter sucesso, na VNI devem ser observados diminuição da f, aumento do VC, melhora do nível de consciência, diminuição ou cessação de uso de musculatura acessória, aumento da PaO₂ e/ou da SpO₂ e diminuição da PaCO₂ sem distensão abdominal significativa (REIS, 2017).

6. CONCLUSÃO

Os estudos revelam uma frequência de pneumonia similar entre os pacientes que utilizaram HME ou HH, e divergem quanto ao sistema de umidificação que leva ao aumento do CO₂, porém, apesar dessas variações, a implementação das tarefas de umidificação e aquecimento para os pacientes em VNI promovem melhor conforto respiratório, já que várias propriedades e funções do trato respiratório podem ser afetadas pela perda de umidade e falta de aquecimento de gases inalados durante o suporte ventilatório.

7. REFERÊNCIAS

(AARC clinical practice guideline. Humidification during mechanical ventilation. American Association for Respiratory Care. **Respir Care**, 37:887-90, 1992.)

BARBAS, C. et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte1. **Rev. Bras Ter Intensiva**, 26(2): 89-121, 2014.

BONASSA, J. Umidificação na ventilação mecânica. In: CARVALHO, W. B. et al. **Atualização em ventilação pulmonar mecânica**. São Paulo: Atheneu, p. 17-29, 1997.

BOYER, A; VARGAS, F; HILBERT, G. Small dead space heat and moisture exchangers do not impede gas exchange during noninvasive ventilation: a comparison with a heated humidifier. **Intensive Care Med**, 36: 1348-1354, 2010.

BRANSON RD et al. Humidification in the intensive care unit: prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. **Chest**, 104:1800-5, 1993.

BRANSON RD. Humidification of respired gases during mechanical ventilation: mechanical considerations. **Respir Care Clin N Am**, 12:253-61, 2006.

CINNELLA G, GIARDINA C, FISCHETTI A, et al. Airways humidification during mechanical ventilation: effects on tracheobronchial ciliated cells morphology. **Minerva Anestesiol**, 71:585-93, 2005.

GALVÃO, A; GALINDO, F; MARINHO, P. Estudo comparativo entre os sistemas de umidificação aquoso aquecido e trocador de calor e umidade na via aérea artificial de pacientes em ventilação mecânica invasiva. **Rev. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 303-308, jul./set. 2006.

GIRAULT C et al. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. **Am J Respir Crit Care Med**,184(6):672-9, 2011.

HAITHAM S, ARIEL M. Humidification during Mechanical Ventilation in the Adult Patient. **BioMed Research International**, 12, 2014.

LELLOUCHE F, MAGGIORE SM, DEYE N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. **Intensive Care Med**, 28:1582-9, 2002.

LELLOUCHE F, et al. Impact of the humidification device on intubation rate during noninvasive ventilation with ICU ventilators: results of a multicenter randomized controlled trial. **Intensive Care med**, 40: 211-219, 2014.

LELLOUCHE F, et al. Short- Term effects of humidification devices on respiratory pattern and arterial blood gases during noninvasive ventilation. **Respir Care**.Nov;57(11):1879-86, 2012.

LUCATO, J. J. J. **Avaliação e comparação de diferentes tipos de trocadores de calor e umidade**. 2005. 123 p. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MENEGUETTI, M; MARTINS, M; NUNES, A. Effect of heat and moisture exchangers on the prevention of ventilator- associated pneumonia in critically ill patients. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 45: 1295- 1300, 2012.

MENEGUETTI, M; MARTINS, M; NUNES, A. Effectiveness of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: a meta-analysis. **BMC Anesthesiology**, 14: 115, 2014.

MONRIGAL JP, GRANRY JC. The benefit of using a heat and moisture exchangers during short operations in young children. **Paediatr Anaesth**, 7:295-300, 1997.

NAVA S, CIRIO S, FANTULLA F, et al. Comparison of two humidification systems for long-term noninvasive mechanical ventilation. **Eur Respir J**, 32: 460-464, 2008.

RICARD JD, Le MIERE E, MARKOWICZ P, et al. Efficiency and safety of mechanical ventilation with a heat and moisture exchanger changed only once a week. **Am J Respir Crit Care Med**, 161:104-9, 2000.

SHELLY, M. P.; LLOYD, G. M.; PARK, G. R. A review of the mechanisms and methods of humidification of inspired gases. **Intensive Care Med**, v.14, p. 1-9, jan. 1988.

SIQUEIRA T, COSTA J, TAVARES, I, et al. Mecânica respiratória de pacientes neurocríticos sob ventilação mecânica submetidos à umidificação aquosa aquecida e a um modelo de filtro trocador de calor. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, 22 (3): 264-269, 2010.

THOMACHOT, L. et al. Efficacy of heat and moisture exchangers after changing every 48 hours rather than 24 hours. **Critical Care Medicine**, 26 (3): 477-81, 1998.

III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica: Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. São Paulo, v. 47, p. 156, 2007.

