

# INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA E SUPORTE VENTILATÓRIO NÃO INVASIVO

Recebido em: 30/07/2024

Aceito em: 05/11/2024

DOI: 10.25110/arqsaude.v28i2.2024-11484



Edson Arpini Miguel <sup>1</sup>  
Maria Carolina Mota dos Santos <sup>2</sup>  
Isadora Martins Borba <sup>3</sup>  
Daniel de Matos Silva <sup>4</sup>

**RESUMO:** Introdução: A insuficiência respiratória é uma condição crítica caracterizada pela incapacidade do sistema respiratório de manter trocas gasosas adequadas, resultando em hipoxemia e/ou hipercapnia. A ventilação não invasiva (VNI) tem emergido como uma intervenção crucial, proporcionando suporte ventilatório sem a necessidade de intubação endotraqueal, o que minimiza complicações associadas e melhora os desfechos clínicos. Objetivos: O objetivo desta revisão narrativa é sintetizar as evidências atuais sobre o uso da VNI no tratamento da insuficiência respiratória. Método: Trata-se de uma revisão narrativa, onde o processo de busca identificou 98 artigos na base de dados Pubmed, considerando as palavras-chave escolhidas no período de 2019 - 2024. As Palavras-Chave foram: "insuficiência respiratória", "ventilação não invasiva", "tratamento de insuficiência respiratória", "VNI em DPOC" (doença pulmonar obstrutiva crônica). Resultados: Os resultados das pesquisas indicam que a VNI é eficaz na redução da necessidade de intubação, diminuição da taxa de mortalidade, e melhora dos sintomas respiratórios em pacientes com DPOC agudamente exacerbada e edema pulmonar cardiogênico. Além disso, a VNI mostrou-se benéfica na prevenção de complicações associadas à ventilação invasiva, como pneumonia associada à ventilação mecânica. Conclusão: A ventilação não invasiva é uma ferramenta valiosa no manejo da insuficiência respiratória, oferecendo benefícios significativos em termos de desfechos clínicos e qualidade de vida dos pacientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Insuficiência Respiratória; Ventilação Não Invasiva.

## RESPIRATORY FAILURE AND NON-INVASIVE VENTILATORY SUPPORT

**ABSTRACT:** Introduction: Respiratory failure is a critical condition characterized by the inability of the respiratory system to maintain adequate gas exchange, resulting in hypoxemia and/or hypercapnia. Non-invasive ventilation (NIV) has emerged as a crucial intervention, providing ventilatory support without the need for endotracheal intubation,

<sup>1</sup> Doutor em Ciências - Ensino em Saúde. Universidade Estadual de Maringá.

E-mail: [eramiguel@uem.br](mailto:eramiguel@uem.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1110>

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Medicina. Universidade Estadual de Maringá.

E-mail: [carolesmota20@gmail.com](mailto:carolesmota20@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0114-0016>

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Medicina. Universidade Estadual de Maringá.

E-mail: [isadoramartinsborba@gmail.com](mailto:isadoramartinsborba@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4637-3286>

<sup>4</sup> CEO da LEISS. Universidade Estadual de Maringá.

E-mail: [damieladmats@gmail.com](mailto:damieladmats@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2202-4559>

which minimizes associated complications and improves clinical outcomes. Objectives: The objective of this narrative review is to summarize current evidence on the use of NIV in the treatment of respiratory failure. Method: This is a narrative review, where the search process identified 98 articles in the Pubmed database, considering the keywords chosen in the period 2019 - 2024. The Keywords were: "respiratory failure", "ventilation non-invasive", "treatment of respiratory failure", "NIV in COPD" (Chronic obstructive pulmonary disease). Results: Research results indicate that NIV is effective in reducing the need for intubation, decreasing the mortality rate, and improving respiratory symptoms in patients with acutely exacerbated COPD and cardiogenic pulmonary edema. Furthermore, NIV has been shown to be beneficial in preventing complications associated with invasive ventilation, such as ventilator-associated pneumonia. Conclusion: Non-invasive ventilation is a valuable tool in the management of respiratory failure, offering significant benefits in terms of clinical outcomes and patients' quality of life.

**KEYWORDS:** Respiratory Failure; Non-Invasive Ventilation.

## **INSUFICIENCIA RESPIRATORIA Y ASISTENCIA VENTILATORIA NO INVASIVA**

**RESUMEN:** Introducción: La insuficiencia respiratoria es un estado crítico caracterizado por la incapacidad del sistema respiratorio para mantener un intercambio gaseoso adecuado, lo que provoca hipoxemia y/o hipercapnia. La ventilación no invasiva (VNI) ha surgido como una intervención crucial, que proporciona asistencia ventilatoria sin necesidad de intubación endotraqueal, lo que minimiza las complicaciones asociadas y mejoralos resultados clínicos. Objetivos: El objetivo de esta revisión narrativa es sintetizar las pruebas actuales sobre el uso de la VNI en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria. Método: Se trata de una revisión narrativa, donde el proceso de búsqueda identificó 98 artículos en la base de datos Pubmed, considerando las palabras clave elegidas en el periodo 2019 - 2024. Las palabras clave fueron: 'respiratory failure', 'non-invasive ventilation', 'treatment of respiratory failure', 'NIV in COPD' (de inglés, enfermedad pulmonar obstructiva crónica). Resultados: Los resultados de la investigación indican que la VNI es eficaz para reducirla necesidad de intubación, disminuir la tasa de mortalidad y mejorarlos síntomas respiratorios en pacientes con EPOC agudamente exacerbada y edema pulmonar cardiogénico. Además, la VNI demostró ser beneficiosa para prevenir las complicaciones asociadas a la ventilación invasiva, como la neumonía asociada al ventilador. Conclusión: La ventilación no invasiva es una herramienta valiosa en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria, que ofrece beneficios significativos en términos de resultados clínicos y calidad de vida de los pacientes.

**PALABRAS CLAVE:** Insuficiencia respiratoria; Ventilación no invasiva.

### **1. INTRODUÇÃO**

Simplificadamente, de acordo com West (2013), o fluxo de ar entra e sai dos pulmões conforme mudanças de pressão e de volume pulmonar. Os pulmões e a parede torácica movem-se em série e coordenadamente durante a respiração por diferença de pressão entre a caixa torácica e o meio externo, cada ciclo respiratório inicia-se com uma pressão aplicada pelos músculos respiratórios (pressão negativa) ou por um ventilador

mecânico (pressão positiva), o fluxo de ar se move pelas vias aéreas expandindo o volume pulmonar. A resistência e a elastância encontradas nas vias aéreas também são fatores que influenciam nesse movimento. Ao nível alveolar, as trocas gasosas ocorrem por difusão e, depois, mais uma vez por conta de variáveis de pressão e volume, ocorre a expiração.

A insuficiência respiratória é uma condição na qual o sistema respiratório não consegue fornecer oxigênio suficiente para o sangue ou remover dióxido de carbono de forma adequada. Pode ser causado por doenças pulmonares como pneumonia, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), edema pulmonar ou embolia pulmonar. Além de Trauma, infecções graves, obstrução das vias aéreas, intoxicação ou crise asmática grave (WEST, 2013).

Como possibilidade de tratamento, o suporte respiratório não invasivo inclui várias modalidades, entre elas, o cateter nasal simples, o uso de cânula nasal de alto fluxo, máscaras faciais e o capacete (Helmet), os quais são usados externamente para entregar fluxo de ar principalmente em vias aéreas superiores, sendo minimamente invasivos (GRIECO *et al.*, 2021).

Este trabalho tem por objetivo fornecer uma visão abrangente sobre a insuficiência respiratória, abordando sua fisiopatologia, diagnóstico e tratamento, com foco particular na aplicação da ventilação não invasiva (VNI) como estratégia terapêutica.

## **2. METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão narrativa em que o processo de busca identificou 98 artigos na base de dados *Pubmed*, considerando as palavras-chave escolhidas, o idioma utilizado (português e inglês) e a restrição quanto a textos completos, gratuitos e quanto ao período de publicação (2019-2024). As Palavras-chave ou *MeshTerms* foram: "insuficiência respiratória", "ventilação não invasiva", "tratamento de insuficiência respiratória", "VNI em DPOC (doença pulmonar obstrutiva crônica)", "VNI em edema pulmonar". Foram incluídos estudos clínicos, guias de prática clínica e artigos de revisão relevantes. Conforme orienta Sukhera (2022), a revisão narrativa deve obedecer a seguinte sequência: leitura inicial de resumos, seguida de uma leitura detalhada dos artigos selecionados e, finalmente, uma análise crítica dos artigos mais relevantes.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. Insuficiência respiratória

A insuficiência respiratória aguda (IRpA) se caracteriza pela incapacidade do sistema respiratório em realizar as trocas gasosas de forma eficiente, de modo que há falha na oxigenação sanguínea e, por consequência, há hipoxemia e hipóxia. A IRpA possui etiologias diversas, desde doenças neuromusculares, doenças pulmonares obstrutivas, deformidades de parede torácica até a falha em trocas gasosas devido síndrome do desconforto respiratório agudo, edema pulmonar cardiogênico, exacerbação asmática, pneumonia, fenômenos tromboembólicos e atelectasia. A depender da etiologia, a hipóxia é ou não acompanhada de hipercapnia (LIENGSWANGWONG *et al.*, 2020).

Segundo Sarmento, Carr e Scatimburgo (2022), a IRpA pode ser didaticamente classificada em:

Tipo I) insuficiência respiratória hipoxêmica: distúrbios de relação ventilação/perfusão (relação V/Q) que resulta em redução de PaO<sub>2</sub> (pressão parcial de oxigênio) e ventilação compensatória se apresentando como dispneia, englobando vários mecanismos que acarretam a hipoxemia.

Tipo II) insuficiência respiratória hipercápnica: a retenção de CO<sub>2</sub> ocorre devido funcionamento incorreto do complexo osteomioarticular do tórax e do sistema gerador e condutor do impulso nervoso que resulta na contração muscular, ou seja, há perda de eficiência da bomba ventilatória.

Inerente a qualquer quadro de IRpA, a hipoxemia trata-se de baixa concentração de oxigênio em sangue arterial, assim quando a PaO<sub>2</sub> decai em níveis abaixo do normal, o gradiente que permite a passagem de oxigênio do sangue para o interstício e para os tecidos é prejudicado também (hipóxia), dessa forma, a principal fonte de energia das células é comprometida. Entre os mecanismos de hipoxemia, como citado acima, o mais comum é a ineficácia entre ventilação e perfusão pulmonar, presente tanto nos quadros de insuficiência respiratória aguda quanto nas doenças pulmonares crônicas. Logo, em situações de hipoxemia severa aguda ou crônica, o tratamento é fornecer oxigênio (BIGATELLO; PERSENTI, 2019). Entender conceitos básicos da fisiologia respiratória e como se dá a hipoxemia é fundamental para escolher as terapias efetivas.

Os pacientes com IRpA, principalmente se hipoxêmica, apresentam capacidade respiratória desregulada, que pode resultar no quadro de “*patient self-inflicted lung injury*” ou P-SILI (MENGA *et al.*, 2022). O esforço inspiratório intenso é algo inerente ao paciente com IRpA e os danos potenciais causados pela respiração espontânea mantida nesses pacientes envolvem a hipoxemia, alteração de mecânica respiratória e insuflação pulmonar não homogênea, que tem consequências como o aumento de retenção de CO<sub>2</sub>, acidose metabólica, inflamação, febre e aumento de espaço-morto alveolar, o que pode afetar, inclusive, o centro respiratório, resultando em mudança da homeostase cerebral em direção a um nível mais baixo de PaCO<sub>2</sub> (pressão parcial de gás carbônico) (MENGA *et al.*, 2021; ROSÀ *et al.*, 2023; GRIECO *et al.*, 2021). Isso resulta em um acentuado esforço inspiratório, frequência respiratória e uso de musculatura acessória, gerando alterações de pressão nas vias aéreas e cavidade pleural, favorecendo derrame alveolar e edema pulmonar, assim como pode gerar baro, volu e atelectrauma (ROSÀ *et al.*, 2023).

Nesse contexto, o tecido pulmonar saudável se comporta como um fluido enquanto as áreas mais comprometidas apresentam-se consolidadas, com comportamento “*solid-like*”. Como há diferença na insuflação dessas áreas, as variações de pressão são transmitidas de forma diferente causando um deslocamento de gás das regiões não-comprometidas para as comprometidas, um fenômeno chamado “*pendelluft*” que pode causar o movimento de um grande volume de gás, gerando uma hiperdistensão alveolar em uma área de pulmão já comprometida (MENGA *et al.*, 2021; ROSÀ *et al.*, 2023). O esforço inspiratório acentuado também pode gerar danos ao diafragma, devido a distensão maior, que causa ruptura de sarcolemas, desarranjo dos sarcômeros e fraqueza muscular (GRIECO *et al.*, 2021).

O suporte respiratório não invasivo é sabidamente seguro nos pacientes com relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> > 200mmHg, mas para os pacientes em que essa relação é igual ou menor que 200mmHg, o equilíbrio entre benefícios e danos causados pela preservação da respiração espontânea ainda não está claro (MENGA *et al.*, 2022). Para esses pacientes, é conhecido que há piora de desfechos clínicos nos casos em que houve necessidade de evolução para intubação orotraqueal (IOT) após falha do suporte não invasivo, provavelmente devido a associação do persistente esforço inspiratório e exposição prolongada de um pulmão já comprometido a tais danos (P-SILI) (ROSÀ *et al.*, 2023; GRIECO *et al.*, 2021).

Assim, ao decidir pelo uso de suporte respiratório não-invasivo, a escolha da melhor estratégia precisa considerar limitar o risco de evolução para IOT, sem aumentar o risco de P-SILI (MENGA *et al.*, 2022). Atingir esse equilíbrio depende da etiologia do quadro de IRpA e severidade da doença, tipo de suporte não invasivo e interface, e modo ventilatório (MENGA *et al.*, 2021; GRIECO *et al.*, 2021; ROSÀ *et al.*, 2023). Cada interface de suporte respiratório não invasivo apresenta vantagens e limitações considerando tal objetivo.

### 3.2 Suporte respiratório não invasivo

Atualmente, o suporte respiratório não invasivo é a terapia de primeira escolha para pacientes com insuficiência respiratória crônica, como na exacerbação de doenças pulmonares obstrutivas ou edema pulmonar cardiogênico. No entanto, no contexto da IRpA, o uso de VNI ainda é controverso e não totalmente estabelecido como recomendação, dado que as evidências clínicas nesse cenário ainda são conflitantes. Inclusive, as diretrizes mais recentes são impossibilitadas de realizarem recomendações definitivas, principalmente devido a preocupação com o atraso em estabelecer medidas invasivas e piores desfechos, o que potencializa o receio em indicar a VNI amplamente para a IRpA (ASWANETMANEE *et al.*, 2023; ROSÀ *et al.*, 2023; GRASSELLI *et al.*, 2023). Apesar disso, a VNI tem sido usada rotineiramente em pacientes com hipoxemia aguda. De acordo com o estudo de Laake *et al.*, (2022): “*Large Observational Study to understand the Global Impact of Severe Acute Respiratory Failure (LUNG SAFE)*”, cerca de 15% dos pacientes com IRpA são tratados com VNI. Isso foi ainda mais significativo principalmente durante a crise de saúde generalizada ocasionada pela pandemia de Covid-19, o que gerou dados para inúmeros estudos e revisões.

É sabido que o suporte respiratório não invasivo preserva as estratégias fisiológicas de proteção das vias aéreas e pode reduzir o índice de complicações associadas à ventilação invasiva: lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica, pneumonia associada à ventilação, sedação e paralisia neuromuscular, que rebaixam o nível de consciência do paciente e propiciam risco de maior desconforto e delírio (GRIECO *et al.*, 2021; MENGA *et al.*, 2022). Além disso, a manutenção da respiração espontânea também é vantajosa ao manter o funcionamento fisiológico de pulmões, coração e diafragma: permite maior aeração do pulmão comprometido, minimizando as

diferenças entre ventilação e perfusão; preserva pré-carga e débito cardíaco; protege o diafragma contra disfunção e atrofia (ROSÀ *et al.*, 2023).

Conjuntamente à difusão de uso do suporte respiratório não invasivo, as limitações de tal medida também apareceram, sendo que falha do suporte respiratório não invasivo é definida como a necessidade de intubação orotraqueal e o índice de falha chega a 40%, seja pela evolução natural do quadro seja devido ao desconforto e à intolerância do paciente (CAMMAROTA *et al.*, 2022). Todas as estratégias de suporte respiratório não invasivo devem ser administradas sob monitorização rigorosa, de modo que prontamente seja detectado falha e também os riscos de P-SILI e atraso de IOT sejam minimizados (MENGA *et al.*, 2021; MENGA *et al.*, 2021a; GRIECO *et al.*, 2021; ROSÀ *et al.*, 2023). A piora do padrão respiratório, sinais de fadiga da musculatura respiratória, sem melhora da dispneia, gasometria arterial mantendo-se com acidose, entre outros, são critérios clínicos que indicam falha do tratamento (ROSÀ *et al.*, 2023). Os estudos comparativos demonstram que quando a VNI é adequadamente indicada e evita a evolução para IOT, os desfechos clínicos são melhores, no entanto, se a IOT é necessária após falha do suporte não invasivo, há maior mortalidade, pois a IOT provavelmente foi adiada, expondo o paciente aos mecanismos de P-SILI de forma prolongada (MENGA *et al.*, 2021; CAMMAROTA *et al.*, 2021; BELLANI *et al.*, 2017).

### **3.3 Interfaces não invasivas para ofertar oxigênio**

#### **3.3.1 Cateter nasal**

O cateter nasal de oxigênio com baixo fluxo é uma ferramenta essencial na gestão da insuficiência respiratória leve a moderada em pacientes adultos. Sua simplicidade, conforto e eficácia o tornam uma escolha popular em diversos cenários clínicos (NAVA; HILL, 2009).

A prescrição do fluxo de oxigênio deve ser ajustada conforme a necessidade individual do paciente, sempre monitorando a saturação de oxigênio e os efeitos colaterais potenciais (ROCHWERG *et al.*, 2017). Para pacientes adultos geralmente varia de 1 a 6 litros de oxigênio por minuto, sendo que o máximo de concentração alcançada é em torno de 40% quando ofertados 6l/min e o dispositivo é menos invasivo e mais confortável comparado a outras formas de oxigenoterapia, como máscaras faciais ou ventilação mecânica (DE CARVALHO *et al.*, 2007).

### 3.3.2 VNI fornecida via máscara facial

A VNI via máscara facial é uma técnica que permite fornecer suporte ventilatório aos pacientes sem a necessidade de intubação endotraqueal. O oxigênio flui através da máscara e é inalado pelo paciente durante a respiração. A concentração de oxigênio fornecida pela máscara depende da taxa de fluxo do oxigênio e da forma como a máscara se ajusta ao rosto do paciente (DE CARVALHO *et al.*, 2007).

Um modelo que pode ser utilizado é a máscara facial simples, sem reservatório externo, tem um volume de oxigênio limitado por cada respiração com taxas de fluxo tradicionalmente entre 4 e 10 litros por minuto. A FiO<sub>2</sub> varia consideravelmente com essas taxas mais baixas, sendo geralmente limitada a cerca de 50%. No entanto, evidências sugerem que altas concentrações de oxigênio (FiO<sub>2</sub> > 90%) podem ser alcançadas com taxas de fluxo elevadas ( $\geq 40$  L por minuto) (DE CARVALHO *et al.*, 2007).

As máscaras de Venturi são projetadas para taxas de fluxo de oxigênio entre 12 e 15 L por minuto, essas máscaras têm a capacidade de proporcionar FiO<sub>2</sub> na faixa de 24 a 50%. São especialmente úteis quando é crucial administrar quantidades tituláveis de oxigênio suplementar ou quando há preocupação com a administração excessiva de oxigênio. Uma máscara não reinalante (MNR) é uma versão aprimorada da máscara facial simples, contendo uma bolsa-reservatório de 500 a 1.000 mL, permitindo que o paciente inspire oxigênio a 100%. Essas máscaras também incluem válvulas unidirecionais ao lado da máscara, abrindo-se durante a expiração e fechando-se durante a inspiração para limitar a entrada de ar ambiente (EVANS *et al.*, 2001).

O chamado dispositivo bolsa-máscara-válvula, oferece uma quantidade elevada de oxigênio a uma taxa máxima de fluxo, garantindo uma concentração significativamente alta de oxigênio. Recomenda-se utilizar o fluxo de oxigênio na taxa máxima (conhecida como “*flush rate*”, com a esfera metálica do fluxômetro no nível máximo). Além de proporcionar uma concentração elevada de oxigênio, pode ser empregado para administrar ventilações em situações de parada respiratória (WYATT *et al.*, 2002).

### 3.3.3 Cânula nasal de alto fluxo de oxigênio - CNAF (*high flow nasal oxygen* ou HFNO)

De acordo com Rosà *et al.* (2023) a cânula nasal de alto fluxo permite que um fluxo de até 60L/min de O<sub>2</sub> seja umidificado e aquecido e fornecido em níveis variáveis de FiO<sub>2</sub>, sendo que a fonte de gás pode ser *blenders* de ar e oxigênio ou ventiladores.



Esse sistema permite também que seja obtida uma pressão expiratória final positiva (do inglês, *positive end-expiratory pressure* ou PEEP) suficiente para recrutamento alveolar e aumento de oxigenação, o que diminui o esforço inspiratório, ainda que de forma mínima (ROSÀ *et al.*, 2023).

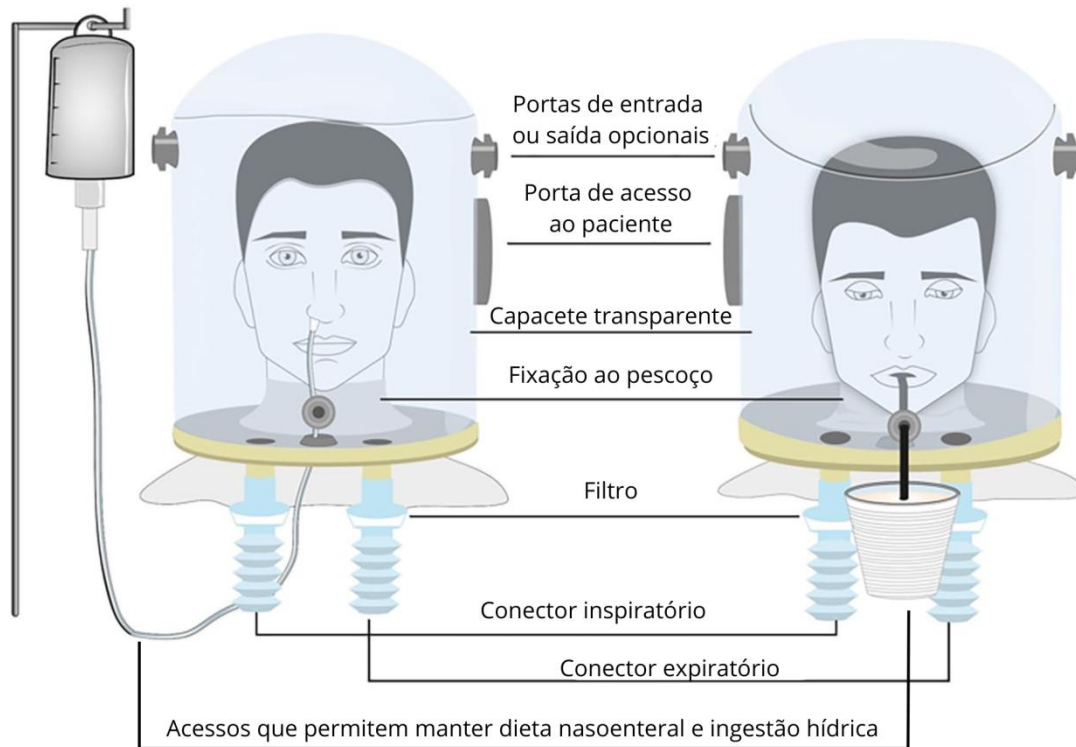
Além disso, o alto fluxo (acima de 30L/min) gera um efeito “*washout*” nas vias aéreas superiores, diminuindo espaço-morto e retenção de CO<sub>2</sub>. Por essas e outras características, a HFNO foi comparada à oxigenoterapia padrão em múltiplos estudos (GRIECO *et al.*, 2021; FERREYRO *et al.*, 2020; ASWANETMANEE *et al.*, 2023) com resultados associados a menor mortalidade e menor índice de IOT, sendo considerada principalmente para pacientes com IRpA hipoxêmica leve, em geral com razão PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> > 200 (GRIECO *et al.*, 2021).

Revisões sistemáticas e metanálises de ensaios clínicos demonstraram que tanto o CNAF, quanto a ventilação não invasiva com pressão positiva (VNIPP) demonstraram-se eficazes na redução da necessidade de intubação, embora tenha demonstrado resultados incertos em relação à redução de mortalidade e tempo internação nos quadros de IRpA hipoxêmica (CHAUDHURI *et al.*, 2023; CHAUDHURI *et al.*, 2022).

### 3.3.4 Helmet Ventilation

Helmet trata-se de uma espécie de “capuz” de diferentes formatos, de material transparente e fabricado com um “colar” que permite ser acoplado ao pescoço e ombros do paciente, sem tocá-lo na face. O dispositivo apresenta um circuito com dois tubos, para gás inalado e expirado, e precisa estar totalmente expandido para garantir a pressurização necessária e eficaz que atingirá as vias aéreas do paciente (ROSÀ *et al.*, 2023).

A pressurização adequada pode ser obtida por meio de aumento da PEEP (10-12 cmH<sub>2</sub>O) e aumento da pressão de suporte, que expande a interface e permite o efeito “*washout*”. O Helmet também oferece condições adequadas de fornecimento de fluxo sem necessidade de um umidificador ou aquecedor, principalmente no modo ventilação por pressão de suporte (PSV) (GRIECO *et al.*, 2021; ROSÀ *et al.*, 2023). Um esquema que ilustra o uso do Helmet pode ser visto na Figura 1.



**Figura 1:** Ilustração do Helmet apontando as principais portas de acesso ao paciente.  
 Fonte: Adaptado de Vergara *et al.*, (2024)

As duas modalidades ventilatórias possíveis de serem fornecidas são a PSV e ventilação por pressão positiva contínua (CPAP). No modo PSV, o Helmet é conectado a um ventilador com via inspiratória e via expiratória e um fluxo de cerca de 100 L/min e uma pressão de suporte de 8 mmHg (BUELL; PATEL, 2023). Ajustes específicos que geram uma maior PEEP são realizados a fim de se atingir a completa expansão do capacete, manter um alto nível de pressão de suporte e maior tempo de pressurização (COPPADORO *et al.*, 2021). No modo CPAP, há fluxo contínuo de oxigênio (cerca de 60 L/min) a uma FiO<sub>2</sub> variável que preenche o Helmet e se dispersa pelo ambiente por meio de uma válvula conectada na porta expiratória (CESARANO *et al.*, 2022). Prover 50-60L/min de fluxo e uma PEEP 10-15 cm H<sub>2</sub>O representa a configuração mais segura de fornecer pressão positiva contínua e evitar retenção de CO<sub>2</sub> (CESARANO *et al.*, 2022). A Tabela 1 reúne as principais informações sobre cada dispositivo que fornece suporte respiratório não invasivo.

**Tabela 1:** Principais configurações, benefícios e limitações quanto às interfaces que fornecem suporte respiratório não invasivo.

	CNAF	Máscara facial	Helmet
<b>Configurações principais</b>	Variação entre 21% e 100% de FiO <sub>2</sub> em altos fluxos de 40-60L/min, fornecidos com uma T° de 31-37°C	Entre 24-50% de FiO <sub>2</sub> , no mínimo 5L/min. PSV: requer um ventilador, com uma PS 7-10cmH <sub>2</sub> O. CPAP: fluxo contínuo > 30L/min. Em ambos, PEEP 5-8cmH <sub>2</sub> O.	FiO <sub>2</sub> 21- 100%. PSV: a pressurização é mais rápida, com PS 10-12cmH <sub>2</sub> O. CPAP: fluxos de 60 a 100L/min. Em ambos, gera uma PEEP de 10-2cmH <sub>2</sub> O.
<b>Benefícios</b>	Permite melhor ajuste de FiO <sub>2</sub> e fornece pressão positiva nas vias aéreas; promove conforto reduzindo o esforço inspiratório.	Permite melhor ajuste de FiO <sub>2</sub> ; fornece PEEP; no modo PSV fornece PS para musculatura inspiratória e permite monitorar volume corrente.	Fornecer alta PEEP, melhor recrutamento alveolar; maior tolerância e tratamento contínuo; permite manter o uso de SNG e ingestão de líquidos.
<b>Limitações</b>	Fornecer uma PEEP reduzida.	Risco de úlcera de pele, escapes de fluxo, baixa tolerância gerando muitas interrupções no tratamento.	Impossibilidade de medir o volume corrente; maior retenção de CO <sub>2</sub> ; edema de membros superiores e lesões de pele axilar.
<b>Observações</b>	O cateter nasal tradicional fornece até 45% de FiO <sub>2</sub> em até 6L/min.	O uso de umidificador é aconselhável.	Não é preciso usar humidificador no modo PSV, mas é aconselhável no modo CPAP.

Fonte: Adaptado de Grieco *et al.* (2021); Rosà *et al.* (2022).

### 3.4 Falha e intolerância ao suporte respiratório não invasivo

Em relação ao conforto das interfaces, a VNI fornecida via máscara facial ou nasal gera intensos vazamentos de ar, que pode propiciar boca seca e perda de eficiência da ventilação, prejudicando também a interação entre ventilador e paciente. Por outro lado, tentar eliminar tais vazamentos de ar com um sistema de fixação bem ajustado, pode causar lesão de pele, dor e maior estresse. O estudo de Cammarota *et al.*, (2022) aponta que os pacientes sob VNI podem experimentar dor, privação de sono, claustrofobia, ansiedade, sede, incapacidade de comunicação, causando intolerância à medida e, conseqüentemente, falha. É importante, também, salientar que o desconforto pode ter origem em uma piora clínica do próprio quadro de base, desse modo, é preciso atenção ainda maior quanto ao risco de evolução para IOT.

Esses problemas foram parcialmente resolvidos com o uso do Helmet, que não tem contato com a face do paciente, permite administração oral de dieta e fluidos durante o uso da terapia. Mesmo com tal avanço, o sistema de ancoragem e fixação do Helmet ainda se mantém como um obstáculo, podendo causar desconforto e lesões de pele em pescoço e axilas. Ainda assim, a nova geração de Helmets parece ser a escolha que

permite o uso mais prolongado de suporte respiratório não invasivo, sem interrupções e com melhor tolerância do paciente (CAMMAROTA *et al.*, 2022).

Alguns preditores clínicos têm sido desenvolvidos e são utilizados para avaliar possível falha do suporte respiratório não invasivo, como o Índice de razão de saturação de oxigênio (ROX), já validado para pacientes “não-Covid-19”, definido como a razão entre a saturação de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio, dividida pela frequência respiratória, de modo a fornecer um valor limítrofe que pode prever a falha do suporte respiratório não invasivo (MENGA *et al.*, 2022). Já a escala de HACOR, que se baseia em frequência cardíaca, pH sanguíneo, nível de consciência pela Escala de Coma de Glasgow, relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> e frequência respiratória, permite uma avaliação mais dinâmica e à beira leito quanto ao risco de evolução para IOT (ROSÀ *et al.*, 2023). Apesar de ainda não existirem escores validados para prever falha especificamente do Helmet, análises *post hoc* (MENGA *et al.*, 2021b; GRIECO *et al.*, 2022) demonstraram que a dispneia, identificada por escala visual analógica (EVA), seria uma ferramenta importante para prever a falha em ambos: HFNO e Helmet.

Em um estudo observacional realizado em 2020 (MENGA *et al.*, 2021), buscou-se o índice de falha terapêutica do suporte respiratório não invasivo em pacientes que apresentavam quadros de IRpA devido a Covid-19, sendo encontrado que o escore *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS) III > 34 e lactato desidrogenase > 405 UI/L tiveram 91% de especificidade em prever necessidade de IOT e falha de suporte respiratório não invasivo. Do mesmo modo, pacientes com SAPS III e LDH próximos ao normal foram associados com sucesso terapêutico em 70% dos casos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ventilação Não Invasiva não se propõe a substituir a intubação orotraqueal, porém tem se tornado uma opção de suporte respiratório eficaz e seguro em muitas partes do mundo e merece esta consideração. Avaliando as interfaces de oferta de oxigênio, as máscaras faciais e os modelos de alto fluxo, quando devidamente instalados, possibilitam a melhora dos pacientes. No uso do modelo Helmet, além destes benefícios e os resultados promissores obtidos durante a pandemia de Covid-19, a dispersão mínima de partículas reduz o risco de transmissão aos outros pacientes e aos profissionais de saúde. A possibilidade de mau funcionamento dos dispositivos e a descompensação do paciente podem ser aliviadas com melhores estratégias de cuidado e educação das equipes de

assistência, não se eximindo a necessidade de uma monitorização clínica contínua para detecção precoce da falha. Para o futuro, o conhecimento tecnológico e a experiência no uso destes equipamentos são fundamentais para proporcionar estudos clínicos com maior robustez de evidências científicas para estes dispositivos.

## REFERÊNCIAS

ASWANETMANEE, Pantaree *et al.* Noninvasive ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 8283, 2023.

BELLANI, Giacomo *et al.* Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE study. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 195, n. 1, p. 67-77, 2017.

BIGATELLO, Luca; PESENTI, Antonio. Respiratory physiology for the anesthesiologist. **Anesthesiology**, v. 130, n. 6, p. 1064-1077, 2019.

BUELL, Kevin G.; PATEL, Bhakti K. Helmet noninvasive ventilation in acute hypoxic respiratory failure. **Current opinion in critical care**, v. 29, n. 1, p. 8-13, 2023.

CAMMAROTA, Gianmaria; SIMONTE, Rachele; DE ROBERTIS, Edoardo. Comfort during non-invasive ventilation. **Frontiers in Medicine**, v. 9, p. 874250, 2022.

CESARANO, Melania *et al.* Helmet noninvasive support for acute hypoxemic respiratory failure: rationale, mechanism of action and bedside application. **Annals of Intensive Care**, v. 12, n. 1, p. 94, 2022.

CHAUDHURI, Dipayan *et al.* Helmet noninvasive ventilation compared to facemask noninvasive ventilation and high-flow nasal cannula in acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. **European Respiratory Journal**, v. 59, n. 3, 2022.

CHAUDHURI, D. *et al.* High-Flow Nasal Cannula Compared with Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Acute Hypoxic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Critical Care Explorations**, v. 5, n. 4, p. E0892, 2023.

COPPADORO, Andrea *et al.* The use of head helmets to deliver noninvasive ventilatory support: a comprehensive review of technical aspects and clinical findings. **Critical Care**, v. 25, p. 1-11, 2021.

DE CARVALHO, C. R. R.; TOUFEN, C.; FRANCA, S. A. Ventilação mecânica: Princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. SUPPL. 2, 2007.

EVANS, Timothy W. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure: Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. **Intensive care medicine**, v. 27, n. 1, p. 166-178, 2001.

FERREYRO, Bruno L. *et al.* Association of noninvasive oxygenation strategies with all-cause mortality in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. **Jama**, v. 324, n. 1, p. 57-67, 2020.

GRASSELLI, Giacomo *et al.* ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. **Intensive care medicine**, v. 49, n. 7, p. 727-759, 2023.

GRIECO, D. L. *et al.* Effect of Helmet Noninvasive Ventilation vs High-Flow Nasal Oxygen on Days Free of Respiratory Support in Patients with COVID-19 and Moderate to Severe Hypoxemic Respiratory Failure: The HENIVOT Randomized Clinical Trial. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 325, n. 17, p. 1731-1743, 4 maio 2021.

GRIECO, Domenico Luca *et al.* Phenotypes of patients with COVID-19 who have a positive clinical response to helmet noninvasive ventilation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 205, n. 3, p. 360-364, 2022.

LAAKE, Jon Henrik *et al.* Patient characteristics, management and outcomes in a Nordic subset of the “large observational study to understand the global impact of severe acute respiratory failure” (LUNG SAFE) study. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 66, n. 6, p. 684-695, 2022.

LIENGSWANGWONG, W. *et al.* Early detection of non-invasive ventilation failure among acute respiratory failure patients in the emergency department. **BMC Emergency Medicine**, v. 20, n. 1, p. 80, 2020.

MENGA, Luca S. *et al.* Dyspnoea and clinical outcome in critically ill patients receiving noninvasive support for COVID-19 respiratory failure: post hoc analysis of a randomised clinical trial. **ERJ Open Research**, v. 7, n. 4, 2021.

MENGA, Luca S. *et al.* Noninvasive respiratory support for acute respiratory failure due to COVID-19. **Current opinion in critical care**, v. 28, n. 1, p. 25-50, 2022.

MENGA, Luca Salvatore *et al.* High failure rate of noninvasive oxygenation strategies in critically ill subjects with acute hypoxemic respiratory failure due to COVID-19. **Respiratory care**, v. 66, n. 5, p. 705-714, 2021.

ROSÀ, Tommaso *et al.* Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure, including COVID-19. **Journal of Intensive Medicine**, v. 3, n. 01, p. 11-19, 2023.

NAVA, S.; HILL, N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. **The Lancet**, v. 374, n. 9685, p. 250–259, 2009.

ROCHWERG, Bram *et al.* Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. **European Respiratory Journal**, v. 50, n. 2, 2017.

SARMENTO, George Jerre V.; CARR, Ana Maria G.; SCATIMBURGO, Matheus M. Princípios e práticas da ventilação mecânica em adultos. São Paulo: **Editora Manole**, 2022. E-book. ISBN 9786555768008. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555768008/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

SUKHERA, Javeed. Narrative reviews: flexible, rigorous, and practical. **Journal of graduate medical education**, v. 14, n. 4, p. 414-417, 2022.

VERGARA, José *et al.* Swallowing during provision of helmet ventilation: Review and provisional multidisciplinary guidance. **Journal of the Intensive Care Society**, p. 17511437241231704, 2024.

WEST, John B. Fisiologia respiratória. Porto Alegre: **Grupo Artmed**, 2013. E-book. ISBN 9788565852791. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565852791/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

WYATT, Jonathan; BELLIS, Fionn. British Thoracic Society guideline son non-invasive ventilation. **Emergency Medicine Journal: EMJ**, v. 19, n. 5, p. 435-435, 2002.

## CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Edson Arpini Miguel: Idealizador do projeto, coordenação da pesquisa, análise de resultados e revisor do artigo original.

Maria Carolina Mota dos Santos: bolsista vinculada a programa de inovação tecnológica, revisão de literatura e escrita de artigo original.

Isadora Martins Borba: bolsista vinculada a programa de inovação tecnológica, revisão de literatura e escrita de artigo original.

Daniel de Matos Silva: revisor técnico do conteúdo.