



## **Pré-oxigenação na sequência rápida de intubação e o uso de ventilação não invasiva para prevenção da hipoxemia**

Pre-oxygenation in rapid sequence intubation and the use of noninvasive ventilation to prevent hypoxemia

Preoxigenación en intubación de secuencia rápida y uso de ventilación no invasiva para prevenir la hipoxemia

Ana Clara Araújo Pereira<sup>1</sup>, Gustavo Gonçalves Cordeiro<sup>2</sup>, Fernanda Rodrigues Avelar<sup>3</sup>, Pedro Vinicius Araújo Viana<sup>4</sup>, Luiz Eduardo Ferreira Domingues<sup>4</sup>, Mariana Carvalho Murari<sup>5</sup>, Leonardo Pizzolatti Miranda Ramos<sup>6</sup>, Érica Domiciano Fabiano<sup>6</sup>, Giovanna Mendes de Andrade<sup>7</sup>, Amanda Carolina Zicatti da Silveira<sup>8</sup>.

### **RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a relação entre o risco de hipoxemia em pacientes submetidos à intubação orotraqueal pelo método de sequência rápida e o uso da pré - oxigenação com ventilação não invasiva como ferramenta de prevenção. **Métodos:** Revisão bibliográfica integrativa, o qual utilizou a base de dados eletrônica PubMed Central (PMC). Os termos de pesquisas incluíram “Noninvasive Ventilation”, “Preoxygenation”, “Hypoxemia” no período de 2019 a 2024. Após a aplicação da estratégia de pesquisa, 594 artigos foram encontrados, e um total de 13 artigos foram selecionados para uma análise detalhada. **Resultados:** Os resultados evidenciaram melhores desfechos em pacientes adultos pré oxigenados com ventilação não invasiva submetidos à sequência rápida de intubação orotraqueal. Estudos comparativos sobre a implementação de novos dispositivos de ventilação associados, como o CNAF, COT e HFNC - no procedimento discutido - ainda se mostraram pouco conclusivos quanto a um incremento na melhora destes desfechos. **Considerações finais:** Evidencia-se a importância de individualizar a terapêutica para cada grupo de paciente, que deve ser realizado de acordo com as patologias e as comorbidades. Assim, será possível definir a ferramenta mais eficaz para prevenção da hipoxemia relacionada ao procedimento de intubação orotraqueal.

**Palavras-chave:** Ventilação não invasiva, Sequência rápida de intubação, Hipoxemia, Prevenção.

### **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the relationship between the risk of hypoxemia in patients undergoing orotracheal intubation using the rapid sequence method and the use of preoxygenation with noninvasive ventilation as a prevention tool. **Methods:** Integrative literature review, which used the electronic database PubMed Central (PMC). The search terms included “Noninvasive Ventilation”, “Preoxygenation”, “Hypoxemia” from 2019 to 2024. After applying the search strategy, 594 articles were found, and a total of 13 articles were selected for detailed analysis. **Results:** The results showed better outcomes in adult patients preoxygenated with noninvasive ventilation undergoing rapid sequence orotracheal intubation. Comparative studies on the

<sup>1</sup> Faculdade de medicina de Petrópolis (FMP - UNIFASE), Petrópolis – RJ.

<sup>2</sup> Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC), Colatina - ES.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Caruaru - PE.

<sup>4</sup> Universidade Estácio de Sá (UNESA), Rio de Janeiro - RJ.

<sup>5</sup> Universidade Anhembí Morumbi (UAM), Piracicaba- SP.

<sup>6</sup> Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo - SP.

<sup>7</sup> Pontifícia Universidade Católica (PUC - Minas), Poços de Caldas - MG.

<sup>8</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo - SP.

implementation of new associated ventilation devices, such as CNHF, COT and HFNC - in the procedure discussed - have still shown little conclusiveness regarding an increase in the improvement of these outcomes.

**Final considerations:** The importance of individualizing therapy for each group of patients is highlighted, which should be carried out according to the pathologies and comorbidities. This will make it possible to define the most effective tool for preventing hypoxemia related to the orotracheal intubation procedure.

**Keywords:** Noninvasive ventilation, Rapid sequence intubation, Hypoxemia, Prevention.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la relación entre el riesgo de hipoxemia en pacientes sometidos a intubación orotraqueal mediante el método de secuencia rápida y el uso de preoxigenación con ventilación no invasiva como herramienta de prevención. **Métodos:** Revisión bibliográfica integradora, que utilizó la base de datos electrónica PubMed Central (PMC). Los términos de búsqueda incluyeron “Ventilación no invasiva”, “Preoxigenación”, “Hypoxemia” de 2019 a 2024. Luego de aplicar la estrategia de búsqueda, se encontraron 594 artículos y se seleccionaron un total de 13 artículos para su análisis detallado. **Resultados:** Los resultados mostraron mejores resultados en pacientes adultos pré-oxigenados con ventilación no invasiva sometidos a intubación orotraqueal de secuencia rápida. Los estudios comparativos sobre la implementación de nuevos dispositivos de ventilación asociados, como CNAF, COT y HFNC - en el procedimiento discutido - aún no resultaron concluyentes en cuanto a un aumento en la mejora de estos resultados. **Consideraciones finales:** Es evidente la importancia de individualizar la terapia para cada grupo de pacientes, la cual debe realizarse según patologías y comorbilidades. Así, será posible definir la herramienta más eficaz para prevenir la hipoxemia relacionada con el procedimiento de intubación orotraqueal.

**Palabras clave:** Ventilación no invasiva, Secuencia rápida de intubación, Hipoxemia, Prevención.

## INTRODUÇÃO

A sequência rápida de intubação (SRI) desempenha um papel crucial no manejo de pacientes críticos, especialmente em situações de emergência onde a estabilização e a manutenção da oxigenação são determinantes para a sobrevivência. Nesse contexto, a pré-oxigenação destaca-se como um componente fundamental do processo, garantindo uma reserva adequada de oxigênio nos pulmões do paciente e prolongando o tempo de apneia segura durante a intubação.

Essa prática é essencial para reduzir o risco de complicações graves, como a hipoxemia, que é identificada como um dos principais fatores predisponentes para parada cardiorrespiratória. Estudos indicam que a hipoxemia grave ocorre em cerca de 1 a cada 25 pacientes gravemente enfermos submetidos à intubação, reforçando a importância de estratégias eficazes de pré-oxigenação (LIU K, et al., 2021).

Para minimizar as complicações associadas ao SRI, todos os pacientes devem receber pré-oxigenação adequada e otimização hemodinâmica antes do procedimento. Diversas técnicas podem ser empregadas para esse fim, incluindo o uso de dispositivos como máscara de válvula de bolsa, máscara de oxigênio não reinalante, oxigênio nasal de alto fluxo e ventilação não invasiva (VNI) com pressão positiva. Esses métodos visam proporcionar uma oxigenação contínua e eficiente, garantindo maior segurança durante o procedimento de intubação (BARBOSA A e MOSIER JM, 2024). Entre essas opções, a VNI tem sido emergida como uma alternativa promissora nos últimos anos, especialmente para pacientes com insuficiência respiratória grave.

Os métodos de ventilação não invasiva (VNI), como a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e a pressão de suporte ventilatório (PSV), têm se mostrado estratégias altamente eficazes na manutenção da oxigenação, superando significativamente os resultados observados com métodos convencionais de oxigenoterapia. Ao fornecer uma pressão positiva constante durante todo o ciclo de infecções, esses métodos desempenham um papel crucial no recrutamento alveolar, promovendo uma abertura sustentada dos alvéolos pulmonares que poderiam estar colapsados devido a condições como insuficiência respiratória aguda ou doenças pulmonares obstrutivas crônicas.

Essa sustentação alveolar é essencial para melhorar a troca gasosa, permitindo uma oxigenação mais eficiente do sangue arterial e a eliminação de dióxido de carbono de forma otimizada (LIU K, et al., 2021). Além disso, o VNI proporciona uma melhoria no tempo de apneia segura, ou seja, o período em que o paciente mantém níveis adequados de oxigenação durante a intubação orotraqueal, reduzindo significativamente o risco de dessaturação para níveis críticos.

Esse benefício é especialmente importante em cenários de emergência e em pacientes com insuficiência respiratória grave, onde manter a estabilidade da oxigenação representa um desafio crítico para evitar complicações, como hipoxemia grave e instabilidade hemodinâmica. Liu K, et al. (2021) e Keshavjee S, et al. (2023) destacaram que essas modalidades de VNI não apenas melhoraram a oxigenação, mas também diminuíram os episódios de hipóxia durante a sequência rápida de intubação (SRI), contribuindo para um prognóstico mais favorável nesses pacientes de alto risco.

Apesar das evidências promissoras, a melhoria da VNI como método de pré-oxigenação ainda enfrenta limitações em muitos cenários clínicos. Estudos comparativos apontam que, embora a VNI reduza significativamente o risco de hipoxemia em relação aos métodos tradicionais, persistem desafios práticos e técnicos, como a ventilação ventilada em pacientes com patologias pulmonares subjacentes, incluindo doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e síndrome do desconforto agudo (SDRA) (GRIECO DL, et al., 2021; LIU K, et al., 2021). Além disso, o aumento do gradiente de pressão transpulmonar em áreas fragilizadas dos pulmões pode levar a complicações como barotrauma, incluindo pneumotórax, pneumomediastino e enfisema subcutâneo, ressaltando a necessidade de monitoramento rigoroso durante o uso da VNI (VETRUGNO L, et al., 2024).

Atualmente, as diretrizes clínicas enfatizam o uso de modalidades avançadas, como a ventilação não invasiva com cânula nasal de alto fluxo (CNAF) e o CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas), como opções eficazes e seguras para a pré-oxigenação durante a SRI, em substituição à oxigenoterapia convencional. Essas estratégias apresentam resultados superiores na melhoria da oxigenação arterial, redução do risco de hipoxemia e prolongamento do tempo de apneia segura, especialmente em pacientes críticos com insuficiência respiratória grave.

No entanto, poucos estudos até o momento avaliaram a eficácia da combinação de diferentes técnicas de suporte ventilatório, como a utilização simultânea ou sequencial de CNAF e VNI, para potencializar os benefícios já proporcionados com a ventilação não invasiva. Essa lacuna na literatura é particularmente relevante, pois a integração dessas modalidades pode oferecer vantagens adicionais, como a manutenção da oxigenação durante a apneia e o suporte contínuo à pressão expiratória positiva, fatores essenciais para minimizar as complicações relacionadas à intubação em pacientes graves (CHAUDHURI D, et al., 2023).

Dado o impacto clínico significativo da hipoxemia durante um SRI, é fundamental explorar medidas que maximizem a segurança e a eficácia da pré-oxigenação em subgrupos específicos de pacientes, como aqueles com doenças pulmonares ou cardiovasculares crônicas.

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar de forma detalhada a eficácia da ventilação não invasiva (VNI) durante a pré-oxigenação em pacientes críticos submetidos à sequência rápida de intubação para prevenir a hipoxemia, comparando-a diretamente com os métodos tradicionais de pré-oxigenação, como a oxigenoterapia convencional. Além disso, busca-se identificar os benefícios potenciais da integração de modalidades avançadas, contribuindo para a construção de evidências mais robustas que auxiliem na formulação de diretrizes clínicas mais abrangentes e otimizadas para o manejo de pacientes em ambientes de cuidados críticos.

## MÉTODOS

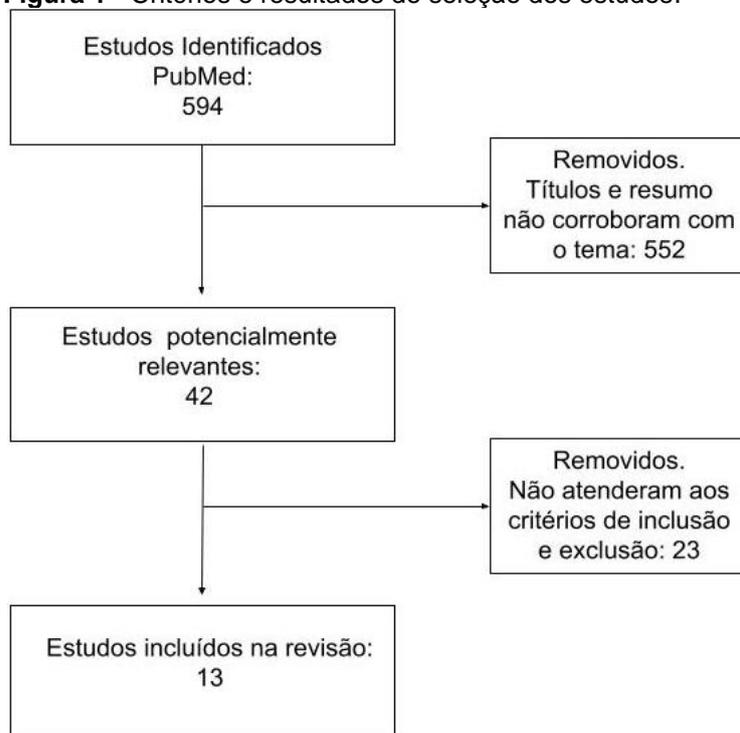
Esta revisão integrativa foi desenvolvida seguindo os critérios da estratégia PVO, que representa: População ou Problema, Variáveis e Desfecho. Analisou-se a população estudada, composta por pacientes críticos e exposta à variável pré-oxigenação, com o objetivo de verificar o desfecho de prevenção da hipoxemia, por meio da seguinte pergunta de pesquisa: "Como a ventilação não invasiva durante a pré-oxigenação na sequência rápida de intubação se compara com métodos tradicionais em termos de prevenção da hipoxemia em pacientes críticos?". As buscas foram realizadas na base de dados PubMed Central (PMC), utilizando os seguintes termos de pesquisa em combinação com os operadores booleanos "AND" e "OR", através da seguinte estratégia de pesquisa: ((Noninvasive Ventilation) OR (Preoxygenation)) AND (Hypoxemia).

A busca inicial resultou em 594 artigos, que foram posteriormente submetidos aos critérios de seleção. Os critérios de inclusão foram: artigos em inglês, publicados no período de 2019 a 2024, que abordassem as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo revisão e meta-análise, e que estivessem disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão incluíram: artigos duplicados, artigos disponibilizados apenas na forma de resumo, estudos que não abordassem diretamente a proposta estudada e aqueles que não atendessem aos demais critérios de inclusão. Após a aplicação dos critérios de seleção, foram selecionados 13 artigos para compor o presente estudo.

## RESULTADOS

Após a aplicação da estratégia de pesquisa foram encontrados um total de 594 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 42, sendo removidos 23 artigos devido a duplicação na seleção dos artigos, totalizando para análise completa 13 artigos, conforme apresentado na **(Figura 1)**. Os resultados foram apresentados no **(Quadro 1)** e de forma descritiva.

**Figura 1** - Critérios e resultados de seleção dos estudos.



Fonte: Pereira ACA, et al., 2024.

**Quadro 1 - Síntese dos principais achados dos artigos revisados.**

N	Revista	Autores (Ano)	Principais achados
1	Medical Gas Research	Wetsch WA, et al. (2022)	Ensaio experimental que evidenciou que os níveis de oxigênio caíram de $97 \pm 1\%$ na linha de base para $75 \pm 1\%$ no grupo de controle e para $86 \pm 1\%$ no grupo do dispositivo de oxigenação orofaríngea. No grupo de oxigênio nasal de alto fluxo, o nível de oxigênio caiu para $72 \pm 1\%$ no grupo de 20 L/90% e para $44 \pm 1\%$ no grupo de 60 L/45%. O nível de oxigênio permaneceu em $98 \pm 0\%$ no grupo de máscara facial. Assim, neste estudo de simulação de manequim de oxigenação apneica, a insuflação de oxigênio usando uma máscara facial selada manteve os níveis de oxigênio no pulmão de teste em 98% ao longo de 20 minutos, o dispositivo de oxigenação oral levou a níveis de oxigênio em 86%, enquanto todos os outros métodos resultaram na diminuição dos níveis de oxigênio abaixo de 75%.
2	BMC Pulmonary Medicine	Zhang W, et al. (2022)	Ensaio clínico randomizado que constatou que a dessaturação de oxigênio ocorreu em 4 (4,6%) pacientes no grupo HFNC e 26 (29,2%) pacientes no grupo máscara facial ( $P < 0,001$ ). O grupo máscara facial exigiu mais manobras de propulsão da mandíbula do que o grupo HFNC (43[48,3%] vs. 5[5,7%], $P < 0,001$ ). 8 pacientes (9,0%) no grupo máscara facial e nenhum no grupo HFNC necessitaram de ventilação por bolsa-máscara ( $P = 0,012$ ). O uso de um HFNC pode reduzir a incidência de dessaturação de oxigênio e a necessidade de intervenção nas vias aéreas em pacientes com risco de hipoxemia durante broncoscopia flexível sob sedação profunda.
3	Turkish Journal of Emergency Medicine	Hameed IZS, et al. (2024)	Estudo prospectivo, de centro único, aberto e controlado randomizado com um total de 76 participantes, distribuídos uniformemente com 38 indivíduos em cada braço. A mediana (intervalo interquartil [IQR]) SpO <sub>2</sub> em 0 min pós-intubação foi de 95,5 (80%–99%) versus 89 (76%–98%); escore z: 1,081, $P = 0,279$ no braço de intervenção e controle, respectivamente. As complicações pós-intubação mais comuns incluíram hipóxia (braço de intervenção: 56,7% vs. braço de controle: 66,7%) e parada circulatória/hipóxica (braço de intervenção: 39,5% vs. braço de controle: 44,7%). Não houve complicações adversas em 36,7% ( $n = 11$ ) dos pacientes no braço de intervenção. Apesar do melhor gerenciamento médico possível, quase metade (52,6%) dos pacientes no braço de intervenção e 47,4% dos pacientes no braço de controle sucumbiram às suas doenças no departamento de emergência.
4	European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care	Osman A, et al. (2021)	Ensaio clínico controlado randomizado no qual o desfecho primário foi uma redução na frequência respiratória; os desfechos secundários incluíram alterações na frequência cardíaca, relação PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> , frequência cardíaca, acidose, pontuação de consciência, oxigenação e frequência respiratória (HACOR), escala de dispneia e taxa de intubação. Os dados foram coletados antes da colocação de hCPAP/HFNC e após 1 h de tratamento. Entre 188 pacientes randomizados, hCPAP foi mais eficaz do que HFNC na redução da frequência respiratória [-12 (IC de 95%; 11–13) vs. -9 (IC de 95%; 8–10), $P < 0,001$ ] e foi associado a maior redução da frequência cardíaca [-20 (IC de 95%; 17–23) vs. -15 (IC de 95%; 12–18), $P = 0,042$ ], melhora da razão P/F [ $\beta$ 149 (IC de 95%; 135–163) vs. $\beta$ 120 (IC de 95%; 107–132), $P = 0,003$ ], bem como em Pontuações HACOR [6 (0–12) vs. 4 (2–9), $P < 0,001$ ] e Escala de Dispneia [4 (1–7) vs. 3,5 (1–6), $P = 0,003$ ]. Não foram observadas diferenças na taxa de intubação ( $P = 0,321$ ).
5	The Permanente Journal	Adams JY, et al. (2020)	Estudo de coorte retrospectivo e observacional onde, em 28.758 admissões de coorte de derivação, cada aumento de 10% no SF-TAR foi associado a um aumento de 24% nas chances ajustadas de mortalidade hospitalar (razão de chances ajustada = 1,24; intervalo de confiança [IC] de 95% = 1,23-1,26); uma associação semelhante foi observada em coortes de validação. A discriminação para mortalidade melhorou modestamente com SF-TAR (área sob a curva ROC [AUROC] = 0,81; IC de 95% = 0,81-0,82) vs a pior razão P/F (AUROC = 0,78; IC de 95% = 0,78-0,79) e pior razão SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (AUROC = 0,79; IC de 95% = 0,79-0,80). O SF-TAR nas primeiras 6 horas ofereceu discriminação comparável para mortalidade hospitalar (AUROC = 0,80; IC de 95% = 0,79-0,80) ao SF-TAR de 24 horas.
6	BMJ Open	Hen R, et al. (2024)	Protocolo de um ensaio clínico randomizado. O estudo atual sugere que o HFNO fornece uma concentração consistente de oxigênio inalado, estabelecendo um gradiente de pressão parcial de oxigênio capilar alvéolo-pulmonar nas vias aéreas superiores. Além disso, sua produção de pressão positiva contínua de baixo nível nas vias aéreas (2,7–7,4 cm H <sub>2</sub> O) facilita a limpeza do espaço morto nasofaríngeo, reduz a resistência nasofaríngea, promove o recrutamento alvéolo-olar, diminui o trabalho respiratório e previne o desenvolvimento de atelectasia pulmonar e broncoespasmo. As oscilações cardiogênicas, envolvendo mudanças no fluxo de ar causadas pela contração cardíaca, podem contribuir para a troca gasosa durante a apneia induzida por HFNO.
7	Lung India	Jain R, et al. (2024)	Estudo observacional prospectivo de centro único. onde evidenciou-se que a razão P/F teve uma correlação negativa estatisticamente significativa com OI (coeficiente de correlação -0,832, valor de $P: 0,000$ no grupo hipoxêmico e coeficiente de correlação -0,888, valor de $P: 0,000$ no grupo não hipoxêmico) e OSI (coeficiente de correlação -0,746, valor de $P: 0,000$ no grupo hipoxêmico e coeficiente de correlação -0,629, valor de $P: 0,000$ no grupo não hipoxêmico) e tem uma correlação positiva com a razão P/F (coeficiente de correlação 0,92, valor de $P: 0,000$ no grupo hipoxêmico e coeficiente de correlação -0,67, valor de $P: 0,000$ no grupo não hipoxêmico). OI e OSI tiveram uma

			correlação estatisticamente significativa (coeficiente de correlação 0,955, valor de P: 0,000 no grupo hipoxêmico e coeficiente de correlação 0,815, valor de P: 0,000 no grupo não hipoxêmico). . na análise ROC, a razão P/F foi a mais precisa na previsão de hipóxia, seguida por OI e OSI. com um valor de corte, de OI sendo 7,07, e para OSI sendo 3,90, em um nível de sensibilidade de 80% para diagnosticar hipoxemia.
8	Implementation Science Communications	Stefan M, et al. (2020)	Ensaio clínico randomizado de dois braços, do tipo pragmático e híbrido com o objetivo comparar a eficácia de duas estratégias educacionais para aumentar o uso da ventilação não invasiva (VNI) em pacientes com exacerbação grave de DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica). Essas estratégias são a educação online (OLE) e a educação interprofissional (IPE). Identificou-se que a formação interprofissional melhora a adoção de VNI em pacientes com DPOC, com implicações potenciais para a prática clínica e a educação continuada em hospitais.
9	Critical Care	Fong KM, et al. (2019)	Meta-análise de 7 ensaios clínicos randomizados (ECRs) (959 pacientes). Pacientes pré-oxigenados com VNI tiveram significativamente menos dessaturação do que pacientes tratados com COT (diferença média, MD 5,53, IC de 95% 2,71, 8,34) e HFNC (MD 3,58, IC de 95% 0,59, 6,57). Tanto a VNI (razão de chances, OR 0,43, IC de 95% 0,21, 0,87) quanto a HFNC (OR 0,49, IC de 95% 0,28, 0,88) resultaram em menor risco de complicações relacionadas à intubação do que a COT. Não houve diferenças significativas de mortalidade entre o uso de VNI, HFNC, COT e HFNC e VNI durante a pré-oxigenação. Em pacientes adultos com insuficiência respiratória hipoxêmica aguda, a VNI é um método de pré-oxigenação seguro e provavelmente o mais eficaz.
10	Medicine	Tong X, et al. (2022)	Investigação de coorte retrospectiva que mostrou que a HFNC pode ser um modelo ideal para pacientes com AHF, particularmente aqueles com hipoxemia e edema pulmonar. A terapia com HFNC pode melhorar significativamente vários parâmetros objetivos ao longo do tempo, como RR, função ventricular esquerda e reflexo ABG de oxigenação e ventilação após admissão em pacientes com AHF. O modelo de terapia de oxigênio com HFNC pode ser um dispositivo mais eficaz do que NVVP para pacientes com hipoxemia grave.
11	BMC Emergency Medicine	Zhang C e Ou M (2021)	Estudo retrospectivo não randomizado no qual não constatou-se diferença entre as duas coortes para as condições demográficas e clínicas dos pacientes antes da pré-oxigenação ( $p > 0,05$ para todos os parâmetros), número de pacientes com hipóxia grave durante o procedimento de intubação (35 vs. 45, $p = 0,303$ ), o tempo de duração da laringoscopia ( $p = 0,847$ ), número de tentativas de laringoscopia ( $p = 0,804$ ) e complicações imediatas e tardias durante o procedimento de intubação. Os valores da oximetria de pulso foram relatados como maiores para os pacientes da coorte NIV do que para os da coorte HCO durante a pré-oxigenação. Menos números de pacientes foram relatados com hipóxia grave entre os pacientes da coorte NIV do que para os da coorte HCO (24 vs., 40, $p = 0,042$ ) que têm hipoxemia moderada a grave (pressão parcial de oxigênio arterial para fração de oxigênio inspirado $\leq 200$ mmHg) antes da pré-oxigenação. As complicações mais comuns foram hipertensão, aspiração pulmonar e aumento da mortalidade em 30 dias.
12	Therapeutic Advances in Respiratory Disease	Shang X e Wang Y (2021)	Estudo clínico randomizado controlado que evidenciou que a incidência de distensão abdominal foi significativamente maior em pacientes tratados com NPPV do que naqueles tratados com HFNC no grupo A (19,44% versus 0, $p=0,005$ ) e grupo B (25% versus 0, $p=0,009$ ). Não houve diferença significativa entre os pacientes tratados com HFNC e NPPV em pH sanguíneo, índice de oxigenação, pressão parcial de dióxido de carbono, frequência respiratória e concentração de ácido láctico no sangue em nenhum dos grupos ( $p>0,05$ ). A taxa de ocorrência de reintubação dentro de 72h da extubação foi ligeiramente, mas não significativamente, maior em pacientes tratados com NPPV ( $p>0,05$ ). Não houve diferença significativa entre HFNC e NPPV na prevenção de insuficiência respiratória em pacientes com AHRF com pontuação APACHE II $<24$ após extubação. No entanto, HFNC foi superior a NPPV com menor incidência de distensão abdominal.
13	Intensive Care	Rodriguez M, et al. (2021)	Ensaio clínico controlado randomizado com 313 pacientes incluídos no estudo original, dos quais, 91 (29%) tinham obesidade com um índice de massa corporal médio de $35\pm 5$ kg·m <sup>-2</sup> . Pacientes com obesidade eram mais propensos a apresentar um episódio de hipoxemia grave durante o procedimento de intubação do que pacientes sem obesidade: 34% (31/91) vs. 22% (49/222); diferença, 12%; IC de 95% 1 a 23%; $P=0,03$ . Entre os pacientes com obesidade, 40 receberam pré-oxigenação com ventilação não invasiva e 51 com oxigênio nasal de alto fluxo. Hipoxemia grave ocorreu em 15 pacientes (37%) com ventilação não invasiva e 16 pacientes (31%) com oxigênio nasal de alto fluxo (diferença, 6%; IC de 95% -13 a 25%; $P=0,54$ ).

Fonte: Pereira ACA, et al., 2024.

## DISCUSSÃO

A pré-oxigenação antes da intubação é um passo crucial no manejo de pacientes críticos, especialmente durante a SRI, pois desempenha um papel vital em aumentar as reservas de oxigênio nos pulmões e postergar o início da dessaturação da hemoglobina arterial durante uma apneia. Esse procedimento é essencial para reduzir os riscos associados à hipoxemia grave, que pode ocorrer durante uma SRI e está diretamente relacionado ao aumento significativo das chances de hipóxia e à possibilidade de parada respiratória ou cardíaca.

Para evitar essas complicações graves, é fundamental que todos os pacientes sejam pré-oxigenados utilizando uma fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) elevada, administrada por meio de uma máscara facial bem ajustada. Esse processo remove o nitrogênio dos pulmões, melhorando o oxigênio, e resulta no aumento da duração da apneia segura. Essa "apneia segura" refere-se ao tempo prolongado em que os níveis de saturação de oxigênio no sangue permanecem originados antes de atingir níveis críticos entre 88% e 90%, como destacado por Hameed IZS, et al. (2024).

A oxigenoterapia é uma estratégia especial no suporte a infecções de pacientes críticos, especialmente na prevenção da reintubação e no manejo de casos de insuficiência respiratória hipoxêmica aguda. Atualmente, existem três modalidades principais de ventilação não invasiva que são amplamente utilizadas para aumentar a oxigenação em pacientes com hipoxemia: oxigenoterapia convencional, cânula nasal de alto fluxo (CNAF) e ventilação não invasiva com pressão positiva (VNI-PP). Cada uma dessas modalidades desempenha um papel distinto no aprimoramento da função respiratória. A VNI-PP é particularmente eficaz por sua capacidade de fornecer pressão expiratória final positiva (PEEP) e pressão positiva nas vias aéreas, o que contribui significativamente para a melhoria da função pulmonar e cardíaca, bem como para o aumento do índice de oxigenação (SHANG X e WANG Y, 2021).

Entre essas abordagens, tanto a VNI quanto a CNAF destacam-se por oferecer PEEP mais elevadas e frações inspiradas de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) maiores em comparação à oxigenoterapia convencional. Isso resulta em uma melhoria notável na oxigenação arterial dos pacientes. No entanto, as duas estratégias apresentam diferenças significativas em termos de eficácia e aplicação clínica. De acordo com evidências, como as demonstrações no estudo de Rodriguez M, et al. (2021), a VNI se mostra particularmente eficiente na promoção de uma oxigenação mais elevada devido ao seu efeito PEEP superior.

Por outro lado, a CNAF oferece vantagens específicas durante o processo de intubação. Enquanto a VNI precisa ser removida durante uma fase apneica, interrompendo temporariamente o suporte térmico, o CNAF consegue manter a oxigenação contínua, mesmo durante esse período crítico, prevenindo episódios de hipoxemia e melhorando a segurança do procedimento. Ainda, referente a cânula nasal de alto fluxo, esta é considerada um método terapêutico o qual tem sido utilizado em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica aguda após passar pelo desmame da ventilação mecânica, fornecendo oxigênio de forma ideal através de uma cânula nasal, proporcionando uma pressão positiva de baixo nível.

Também, o gás umidificado tem a capacidade de melhorar o movimento ciliar na superfície mucosa das vias aéreas, aumentando por consequência a complacência pulmonar. Além disso, os estudos demonstraram a eficiência da limpeza do espaço morto nas cavidades nasais tendo em vista que esta acarretou uma dependência positiva linear com o tratamento nasal de alto fluxo, aumentando a eliminação do gás do espaço morto durante a expiração, resultando na melhoria do índice de oxigenação e da depuração de dióxido de carbono (SHANG X e WANG Y, 2021). De acordo com Fong KM, et al. (2019), a utilização de VNI em pacientes hipoxêmicos antes da intubação mostrou benefícios claros quando comparada aos métodos convencionais de oxigenoterapia.

Estudos indicam que os pacientes submetidos à VNI apresentam uma menor taxa de dessaturação durante a SRI, uma etapa crítica no manejo de pacientes gravemente enfermos. A VNI se destaca por permitir a administração de altos valores de fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) e por fornecer pressão intratorácica positiva contínua, que atua diretamente no recrutamento alveolar, ou seja, na reabertura de alvéolos colapsados.

Esse mecanismo não apenas melhorou a troca gasosa, mas também contribuiu para aumentar o tempo de apneia segura, reduzindo o risco de dessaturação crítica e os eventos adversos associados à hipoxemia. Além de melhorar a oxigenação, a pré-oxigenação com VNI desempenha um papel preventivo contra complicações comuns durante o processo de intubação. Entre os riscos frequentemente associados ao procedimento, destacam-se a broncoaspiração, causada pela entrada de conteúdo gástrico nas vias respiratórias; instabilidade hemodinâmica, características de alterações na pressão arterial e frequência cardíaca; e, em situações extremas, a ocorrência de parada cardiorrespiratória.

Esses eventos adversos podem comprometer significativamente o prognóstico do paciente, tornando a implementação de estratégias de pré-oxigenação fundamentais para minimizar os riscos. Nesse contexto, estudos demonstram que a pré-oxigenação com VNI não apenas melhora as interrupções de oxigenação, mas também reduz de maneira significativa as consequências graves, promovendo maior estabilidade clínica durante a intubação. A CNAF é amplamente utilizada como método convencional de pré-oxigenação. Porém, segundo Fong KM, et al. (2019), apresenta desempenho inferior em termos de prevenção da dessaturação.

Evidências indicam que a combinação de VNI com CNAF é altamente eficaz, reduzindo significativamente a queda da saturação de O<sub>2</sub> para níveis abaixo de 80%. Isso sugere que a VNI isolada já é uma estratégia segura e eficaz para pré-oxigenação em pacientes com insuficiência respiratória, mas a combinação com CNAF oferece resultados ainda mais promissores. Zhang C e Ou M (2021), por outro lado, argumentam que diferentes dispositivos de oxigenação não apresentam impacto significativo na redução dos riscos de hipóxia grave e outras complicações durante a pré-oxigenação, evidenciando a necessidade de mais investigações sobre a eficácia desses métodos.

Outro ponto de destaque na prática clínica é a necessidade de individualizar a abordagem terapêutica em relação à pré-oxigenação, considerando as particularidades de cada paciente e suas condições clínicas. A escolha do método mais adequado deve ser orientada por uma avaliação criteriosa do estado geral, das comorbidades e do contexto clínico específico. Por exemplo, conforme Tong X, et al. (2022), a CNAF pode ser uma estratégia preferida para pacientes com insuficiência cardíaca aguda, uma vez que sua aplicação está associada à melhor tolerância hemodinâmica. Isso ressalta a importância de considerar fatores como o estado clínico atual, a estabilidade hemodinâmica e a presença de doenças subjacentes na determinação da técnica mais pertinente.

Para Hameed IZS, et al. (2024), o uso combinado da oxigenação nasofaríngea de alto fluxo e da oxigenação apneica por bolsa-válvula-máscara durante a intubação tem se mostrado altamente eficaz na prevenção da rápida queda dos níveis de saturação de oxigênio nos primeiros minutos do procedimento. Essa estratégia é particularmente útil em pacientes críticos, onde a hipoxemia aguda pode levar a complicações graves, como instabilidade hemodinâmica e parada cardiorrespiratória.

Além disso, a aplicação dessas técnicas combinadas está relacionada à redução de reações adversas que podem ocorrer durante a sequência rápida de intubação, aumentando a segurança do procedimento e melhorando os resultados clínicos. Esse método possibilita uma transição mais estável durante a intubação, especialmente em cenários onde o tempo de apneia seguro é limitado à gravidade da condição respiratória do paciente.

A utilização do CPAP para oxigenação apneica, por meio de uma máscara facial selada, é uma abordagem que também apresenta resultados significativos, permitindo a manutenção dos níveis de oxigênio em 98% por até 20 minutos. Essa capacidade de manter a oxigenação por períodos prolongados é essencial para evitar episódios de dessaturação crítica durante o procedimento de intubação, que é frequentemente solicitado em pacientes com insuficiência respiratória grave.

Em contrapartida, a aplicação de 10 L/min de O<sub>2</sub> por meio do OOD (grupo de dispositivo de oxigênio orofaríngeo) declarou manter os níveis de saturação em 86% após o mesmo período de tempo. Esses dados, relatados por Wetsch WA, et al. (2022), destacam as diferenças de eficácia entre os métodos e a importância de escolher a abordagem mais adequada para cada paciente, considerando o quadro clínico específico e as limitações de cada técnica.

Como uma forma crescente e inovadora de suporte a infecções, a oxigenoterapia nasal de alto fluxo (ONAF) tem ganhado popularidade nos últimos anos, sendo amplamente utilizada em pacientes críticos e em situações de emergência. A ONAF apresenta vantagens distintas, pois mantém a oxigenação apneica através de mecanismos como a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e a troca gasosa facilitada pela eliminação do espaço respiratório morto, que é diretamente dependente do fluxo administrado. Comparada à oxigenação convencional por máscara, a ONAF tem a vantagem significativa de não precisar ser interrompida durante a laringoscopia, proporcionando oxigenação contínua mesmo durante a manipulação das vias aéreas.

Essa característica não só melhora a segurança do procedimento, mas também reduz o risco de complicações relacionadas à hipoxemia transitória. As evidências disponíveis apontam que o uso da ONAF pode aumentar de forma significativa o tempo seguro de apneia durante a intubação, permitindo maior estabilidade hemodinâmica e respiratória em pacientes de alto risco. Estudos como o de Hen R, et al. (2024) reforçam que a ONAF pode ser uma ferramenta necessária em cenários de emergência e unidades de terapia intensiva, onde o manejo adequado da oxigenação é um fator crítico para o sucesso do procedimento e para a redução de complicações associadas à sequência rápida de intubação.

Embora a VNI e a CNAF sejam amplamente utilizadas em ambientes de cuidados críticos, estudos indicam que as duas abordagens não apresentam diferenças específicas na prevenção da hipoxemia grave durante a intubação. Entretanto, a CNAF oferece vantagens específicas, como maior conforto para o paciente, o que pode melhorar a adesão à terapia, além de estar associado a uma redução na mortalidade em 90 dias, especialmente quando comparada à oxigenoterapia convencional, conforme demonstrado por Osman A, (2021). Essa maior eficácia e facilidade reforçam o potencial do CNAF em cenários de insuficiências respiratórias, destacando-a como uma ferramenta valiosa em situações críticas.

Apesar dos avanços recentes no entendimento e aplicação de estratégias de pré-oxigenação em ambientes de cuidados críticos, ainda persistem lacunas importantes na literatura. Uma das questões principais envolve a eficácia comparativa de diferentes dispositivos e técnicas juntos, como a combinação de CNAF e VNI, que tem sido sugerida como uma abordagem promissora, mas ainda cuida de estudos robustos para validar sua eficácia em subgrupos específicos de pacientes, como aqueles com doenças pulmonares obstrutivas crônicas ou com síndrome do desconforto respiratório agudo. Além disso, a falta de investigações a longo prazo sobre os impactos dessas estratégias no desfecho clínico dos pacientes dificulta a construção de diretrizes claras e universais para orientar a prática clínica.

Portanto, há uma necessidade premente de pesquisas adicionais que avaliem não apenas a eficácia imediata dessas estratégias, mas também seus efeitos prolongados, incluindo impacto na mortalidade, no tempo de recuperação e nas taxas de reintubação. Essas investigações devem focar na criação de diretrizes clínicas mais sólidas e fundamentadas em evidências, permitindo a uniformização das práticas de pré-oxigenação e proporcionando melhores resultados em pacientes críticos. Assim, a pré-oxigenação continuará evoluindo como um pilar essencial no manejo da sequência rápida de intubação, com base em evidências científicas cada vez mais robustas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pré-oxigenação de pacientes submetidos à intubação orotraqueal desempenha um papel crucial na redução das complicações associadas ao procedimento, especialmente no que diz respeito à prevenção da hipoxemia, uma das principais causas de morbidade em cenários críticos. Nesse contexto, a VNI tem se consolidado como uma ferramenta necessária, fornecendo altos níveis de oxigênio e pressão positiva que ajudam a manter os alvéolos abertos, promovendo uma melhor troca gasosa e prolongando o tempo de apneia segura. Apesar de sua eficácia comprovada, ainda há espaço para aprimorar as medidas preventivas utilizadas nesse grupo de pacientes, especialmente no que tange à personalização das abordagens terapêuticas. Subgrupos de pacientes com comorbidades específicas, como insuficiência cardíaca, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ou síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), podem apresentar respostas específicas às diferentes estratégias de pré-oxigenação, o que destaca a importância

de adaptação às intervenções às necessidades individuais. Além disso, os resultados clínicos obtidos entre esses subgrupos reforçam a necessidade de uma avaliação criteriosa para selecionar a técnica mais adequada, seja por meio de VNI, CNAF ou oxigenoterapia convencional. Novas estratégias e modificações de técnicas podem ser exploradas para melhorar e individualizar a pré-oxigenação, garantindo uma abordagem mais eficiente e segura. Assim, avanços no conhecimento e na prática clínica são essenciais para reduzir os riscos associados à SRI, melhorando significativamente os estágios e a segurança dos pacientes em situações críticas.

## REFERÊNCIAS

1. ADAMS JY, et al. Association Between Peripheral Blood Oxygen Saturation (SpO<sub>2</sub>)/Fraction of Inspired Oxygen (FiO<sub>2</sub>) Ratio Time at Risk and Hospital Mortality in Mechanically Ventilated Patients. *The Permanente Journal*, 2020; 24(9): 1-7.
2. BARBOSA A, MOSIER JM. Preoxygenation and apneic oxygenation in emergency airway management. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*, 2024; 11(2): 136-144.
3. 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. 2023; 5(4).
4. FONG KM, et al. Preoxygenation before intubation in adult patients with acute hypoxemic respiratory failure: a network meta-analysis of randomized trials. *Critical Care*, 2019; 23(1): 319.
5. GRIECO DL, et al. Non-invasive ventilatory support and high-flow nasal oxygen as first-line treatment of acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. *Intensive Care Med*, 2021, 47: 851-866.
6. HAMEED IZS, et al. Does apneic oxygenation with nasopharyngeal cannula during intubation improve the oxygenation in patients with acute hypoxemic respiratory failure compared to the standard bag valve mask preoxygenation? An open-labeled randomized control trial. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 2024; 24: 33-40.
7. HEN R, et al. High-flow nasal oxygenation versus face mask oxygenation for preoxygenation in patients undergoing double-lumen endobronchial intubation: protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2024; 14: 1-9.
8. JAIN R, et al. Correlation of oxygenation indices in invasive mechanical ventilated adult patients. *Lung India* 2024; 41: 176-80.
9. KESHAVJEE S, et al. Non-invasive support for the hypoxaemic patient. *British Journal of Hospital Medicine*, 2023; 84(1): 1-10.
10. LIU K, et al. Management of Postoperative Hypoxemia. *Respiratory Care*, 2021; 66: 1136-1145.
11. OSMAN A, et al. Helmet continuous positive airway pressure vs. high flow nasal cannula oxygen in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized controlled trial. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care*, 2021; 10: 1103-1111.
12. OWENS RL, et al. Supplemental oxygen and noninvasive ventilation. *EUROPEAN RESPIRATORY REVIEW SERIES*, 2023; 32: 220159.
13. RODRIGUEZ M, et al. Noninvasive ventilation vs. high-flow nasal cannula oxygen for preoxygenation before intubation in patients with obesity: a post hoc analysis of a randomized controlled trial. *Ann. Intensive Care*, 2021; 11: 1-14.
14. SHANG X, WANG Y. Comparison of outcomes of high-flow nasal cannula and noninvasive positive-pressure ventilation in patients with hypoxemia and various APACHE II scores after extubation. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, 2021; 15: 1-11.
15. STEFAN M, et al. Protocol for two-arm pragmatic cluster randomized hybrid implementation-effectiveness trial comparing two education strategies for improving the uptake of noninvasive ventilation in patients with severe COPD exacerbation. *Implement Sci Commun*, 2020; 1: 46.
16. TONG X, et al. Clinical outcomes of high-flow nasal cannula oxygen therapy in acute heart failure patients with hypoxemia: A retrospective cohort study. *Medicine*, 2022; 101(43): 31124.
17. VETRUGNO L, et al. Noninvasive respiratory support in the perioperative setting: a narrative review, *Frontiers in Medicine*, 2024; 11: 1364475.
18. WETSCH WA, et al. A special oropharyngeal oxygenation device to facilitate apneic oxygenation in comparison to high flow oxygenation devices. *Med Gas Res*, 2022; 12(1): 28-31.
19. ZHANG C, OU M. Comparison of hypoxemia, intubation procedure, and complications for non-invasive ventilation against high-flow nasal cannula oxygen therapy for patients with acute hypoxemic respiratory failure: a non-randomized retrospective analysis for effectiveness and safety (NIVaHIC-aHRF). *BMC Emerg Med*, 2021; 21: 1-10.
20. ZHANG W, et al. Incidence of oxygen desaturation using a high-flow nasal cannula versus a facemask during flexible bronchoscopy in patients at risk of hypoxemia: a randomised controlled trial. *BMC Pulm Med*, 2022; 22: 1-8.