

AVALIAÇÃO DO USO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA

Ana Flávia Souto Fonseca Sarni¹

Fernanda Gentil Moraes²

Talita Miranda de Amorim³

Giovanna Lanza Dias de Sousa⁴

Larissa Melo Ladeira⁵

RESUMO: **Introdução:** A insuficiência respiratória aguda (IRpA) representou uma condição clínica de alta gravidade e uma das principais causas de admissão em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) em todo o mundo. Caracterizada pela incapacidade do sistema respiratório em manter a troca gasosa adequada, a IRpA exigiu, frequentemente, a instituição de suporte ventilatório mecânico. A ventilação mecânica (VM) estabeleceu-se como uma terapia de suporte de vida indispensável, com o propósito de reverter a hipoxemia, corrigir a acidose respiratória e reduzir o trabalho muscular respiratório. Contudo, apesar de seu papel salvador, a aplicação da VM não foi isenta de riscos, podendo induzir ou agravar a lesão pulmonar (lesão pulmonar induzida pela ventilação - VILI), o que tornou a sua correta indicação e parametrização um desafio central na medicina intensiva. **Objetivo:** O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar e sintetizar as evidências científicas comparativas sobre as diferentes modalidades e estratégias de ventilação mecânica no manejo da insuficiência respiratória aguda em pacientes adultos, focando no seu impacto sobre desfechos clínicos como mortalidade, tempo de ventilação e complicações associadas. **Metodologia:** Foi conduzida uma revisão sistemática da literatura em conformidade com as diretrizes PRISMA, com artigos publicados nos últimos dez anos. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, Scielo e Web of Science, utilizando os descritores: "ventilação mecânica", "insuficiência respiratória", "unidades de terapia intensiva", "ventilação não invasiva" e "lesão pulmonar". Os critérios de inclusão foram: ensaios clínicos randomizados que compararam diferentes modalidades ou parâmetros de VM; estudos com pacientes adultos em UTI com IRpA; e que reportaram desfechos clínicos relevantes. Foram excluídos estudos em populações pediátricas, relatos de caso e revisões de literatura. **Resultados:** Os resultados encontrados demonstraram uma crescente indicação para a ventilação não invasiva (VNI) como primeira linha de abordagem em etiologias específicas de IRpA, como na exacerbação da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e no edema agudo de pulmão cardiogênico, onde seu uso reduziu significativamente as taxas de intubação orotraqueal e de complicações. Para pacientes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva, especialmente aqueles com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), a evidência consolidou a superioridade das estratégias de ventilação protetora. A utilização de baixos volumes correntes (em torno de 6 ml/kg de peso predito), a aplicação de pressão positiva expiratória final (PEEP) titulada e a limitação da pressão de platô foram consistentemente associadas à redução da mortalidade. **Conclusão:** Concluiu-se que o manejo da insuficiência

940

¹Acadêmica de medicina, Centro Universitário UNIFACIG.

²Acadêmica de medicina, Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais – FCMMG.

³Acadêmica de medicina, Centro Universitário Univértix- Univértix.

⁴Acadêmica de medicina, Faculdade de saúde e ecologia humana- FASEH.

⁵Médico, Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

respiratória aguda com suporte ventilatório evoluiu para uma prática mais criteriosa e protetora. A escolha entre a modalidade invasiva e não invasiva dependeu fundamentalmente da etiologia da IRpA e das características do paciente. Uma vez indicada a ventilação invasiva, a adoção de estratégias de proteção pulmonar foi confirmada como um pilar essencial do tratamento, sendo uma das intervenções com maior impacto na redução da mortalidade de pacientes críticos nas últimas décadas.

Palavras-chaves: Ventilação mecânica. Insuficiência respiratória. Unidades de terapia intensiva. Ventilação não invasiva e lesão pulmonar.

INTRODUÇÃO

A insuficiência respiratória aguda (IRpA) se define como a incapacidade do sistema respiratório em manter as trocas gasosas, representando uma emergência médica e uma das principais causas de admissão em unidades de terapia intensiva. Nesse cenário crítico, a ventilação mecânica (VM) se estabelece como a intervenção de suporte de vida mais importante, garantindo a oxigenação e a ventilação alveolar enquanto a patologia de base é tratada. A evolução da medicina intensiva, contudo, demonstra que a forma como o suporte ventilatório é aplicado é tão crucial quanto a sua indicação, com o objetivo primordial de sustentar a vida e, simultaneamente, minimizar a lesão pulmonar iatrogênica.

A abordagem inicial ao paciente com IRpA envolve, sempre que possível, a utilização da ventilação não invasiva (VNI). Essa modalidade, administrada por meio de máscaras faciais ou capacetes, oferece pressão positiva nas vias aéreas sem a necessidade de um tubo orotraqueal, constituindo uma das mais significativas evoluções no cuidado intensivo. O seu principal trunfo reside na capacidade de evitar a intubação e suas complicações associadas, como a pneumonia associada à ventilação (PAV), o trauma de via aérea e a necessidade de sedoanalgesia profunda. A evidência científica atual suporta robustamente o uso da VNI como terapia de primeira linha para etiologias específicas, notadamente na exacerbão aguda da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e no edema agudo de pulmão cardiogênico, onde seu emprego reduz comprovadamente a mortalidade e a necessidade de ventilação invasiva. Contudo, o sucesso da VNI depende de uma seleção criteriosa de pacientes – que devem estar conscientes, cooperativos e hemodinamicamente estáveis – e de uma monitorização rigorosa para a detecção precoce de falha terapêutica, evitando o retardar de uma intubação que se faça necessária.

Para os pacientes nos quais a VNI falha ou é contraindicada, a ventilação mecânica invasiva se torna mandatória, e sua gestão é atualmente governada pelo princípio da proteção

pulmonar. A estratégia de ventilação protetora é o padrão-ouro indiscutível no manejo de pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), a forma mais grave de IRpA. A pedra angular dessa estratégia é a minimização da lesão pulmonar induzida pelo ventilador (VILI), que ocorre pelo estresse e deformação excessivos impostos aos alvéolos. A implementação da ventilação protetora se baseia em dois pilares principais: a utilização de baixos volumes correntes, tipicamente em torno de 6 ml por quilo de peso corporal predito, para evitar o volutrauma (lesão por volume); e a manutenção da pressão de platô – que reflete a pressão alveolar ao final da inspiração – em níveis inferiores a 30 cmH₂O, para prevenir o barotrauma (lesão por pressão). A adoção sistemática desta abordagem, fundamentada em estudos seminais, é uma das poucas intervenções na terapia intensiva que demonstrou reduzir de forma consistente e significativa a mortalidade em pacientes com SDRA.

Um componente indissociável da ventilação protetora é o manejo criterioso da Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP). A PEEP atua ao aplicar uma pressão contínua nas vias aéreas ao final de cada expiração, com o objetivo primordial de prevenir o colapso dos alvéolos (atelectrauma), que é um mecanismo central de lesão pulmonar. Ao manter as unidades alveolares recrutadas, a PEEP melhora a relação ventilação/perfusão, otimiza a oxigenação ao reduzir o shunt intrapulmonar e pode aumentar a complacência do sistema respiratório. Contudo, a aplicação de PEEP excessiva é deletéria, podendo causar sobredistensão de áreas pulmonares mais sadias e gerar repercussões hemodinâmicas, como a redução do retorno venoso e do débito cardíaco.

942

O desafio clínico reside, portanto, na titulação da PEEP ideal para cada paciente, buscando o ponto que maximize o recrutamento alveolar e a oxigenação com o mínimo de efeitos adversos. Diversas estratégias são empregadas para essa finalidade. A mais difundida se baseia no uso de tabelas que correlacionam a fração inspirada de oxigênio (FiO₂) necessária com níveis de PEEP correspondentes. Abordagens mais avançadas focam na individualização através da monitorização da mecânica respiratória, como a titulação da PEEP para se obter a menor "driving pressure" (pressão de distensão) possível, um marcador que se correlaciona fortemente com a mortalidade. O uso de manobras de recrutamento alveolar para abrir o pulmão antes de se ajustar a PEEP também faz parte do arsenal, embora sua aplicação rotineira seja ainda objeto de debate.

Adicionalmente, a ventilação mecânica é um processo dinâmico que exige uma perfeita harmonia entre a tecnologia e a fisiologia do paciente. A interação inadequada ou a falta de

sincronia entre os esforços respiratórios do indivíduo e os ciclos ofertados pelo ventilador, fenômeno conhecido como assincronia paciente-ventilador, é uma ocorrência comum e potencialmente danosa. Essa dissincronia se manifesta de várias formas, como esforços ineficazes, nos quais o paciente tenta iniciar uma respiração sem sucesso, ou o duplo disparo, quando um único esforço do paciente dispara dois ciclos do ventilador. Tais eventos aumentam o trabalho respiratório, promovem fadiga muscular diafragmática, podem agravar a lesão pulmonar e estão associados a um maior tempo de ventilação mecânica.

A detecção e a correção das assincronias são, portanto, competências essenciais do intensivista. A ferramenta mais poderosa para este fim é a análise minuciosa e contínua das curvas e gráficos exibidos na tela do ventilador mecânico (fluxo-tempo, pressão-tempo e volume-tempo). A interpretação dessas ondas permite identificar o tipo específico de assincronia e sua causa, orientando os ajustes necessários nos parâmetros ventilatórios – como a sensibilidade do gatilho (trigger), o tempo inspiratório ou a velocidade do fluxo – ou a otimização da sedoanalgesia para melhorar o conforto do paciente e sua adaptação ao suporte.

Finalmente, a fase crucial de todo o processo de suporte ventilatório é a sua descontinuação. A abordagem contemporânea para a liberação da ventilação mecânica, ou desmame, se baseia em protocolos sistemáticos que visam evitar tanto a extubação prematura, que acarreta a necessidade de reintubação e piora o prognóstico, quanto a ventilação prolongada desnecessária, que aumenta o risco de complicações. Este processo se inicia com a triagem diária dos pacientes para avaliar se eles atendem a critérios objetivos de prontidão para o desmame, como a resolução ou o controle da causa da insuficiência respiratória, a estabilidade hemodinâmica e a oxigenação adequada com suporte mínimo.

943

A ferramenta central para predizer o sucesso da extubação é o Teste de Respiração Espontânea (TRE). Uma vez que o paciente é considerado pronto, ele é submetido a um período (geralmente de 30 a 120 minutos) respirando com suporte mínimo ou nulo, como em um tubo-T ou com baixos níveis de pressão de suporte. O paciente é rigorosamente monitorado durante o teste para sinais de falência, como taquipneia, hipoxemia ou desconforto. A capacidade de tolerar o TRE com sucesso possui um alto valor preditivo para uma extubação bem-sucedida, representando o passo final na jornada do paciente para a recuperação da autonomia respiratória.

OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática de literatura é avaliar e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre a eficácia e a segurança das principais modalidades e estratégias de ventilação mecânica aplicadas ao manejo de pacientes adultos com insuficiência respiratória aguda, focando no seu impacto em desfechos clínicos relevantes como mortalidade e complicações associadas ao ventilador.

METODOLOGIA

A condução desta revisão sistemática foi pautada estritamente pelas recomendações do protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), visando garantir um processo de busca, seleção e análise da literatura que fosse transparente, sistemático e reproduzível.

Foi realizada uma busca eletrônica exaustiva nas bases de dados de relevância médica e científica: PubMed, Scielo e Web of Science. A pesquisa foi temporalmente delimitada para incluir artigos publicados no período dos últimos dez anos, com a busca finalizada em julho de 2025. A estratégia de busca foi desenvolvida utilizando-se cinco descritores principais e seus correspondentes em inglês, combinados através dos operadores booleanos AND e OR para maximizar a sensibilidade: "ventilação mecânica" (mechanical ventilation), "insuficiência respiratória" (respiratory insufficiency OR respiratory failure), "unidades de terapia intensiva" (intensive care units), "ventilação não invasiva" (non-invasive ventilation) e "lesão pulmonar" (lung injury). Adicionalmente, foi feita uma busca manual nas listas de referências dos artigos selecionados para a identificação de estudos potencialmente elegíveis não capturados pela busca inicial.

944

Os critérios para a seleção dos artigos foram pré-definidos com base na estrutura PICO (População, Intervenção, Comparação, Desfecho), a fim de orientar de forma objetiva a inclusão e exclusão dos estudos.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão:

- I. **Tipo de Estudo:** Foram incluídos exclusivamente Ensaios Clínicos Randomizados (ECRs), por representarem o mais alto nível de evidência para avaliar a eficácia de intervenções.

2. **População:** Estudos cuja amostra era composta por pacientes adultos (idade igual ou superior a 18 anos) admitidos em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com diagnóstico de insuficiência respiratória aguda (IRpA) de qualquer etiologia.

3. **Intervenção e Comparação:** Pesquisas que compararam, no mínimo, duas modalidades ou estratégias distintas de ventilação mecânica (ex: ventilação invasiva vs. não invasiva; baixo vs. alto volume corrente; diferentes níveis de PEEP).

4. **Desfechos:** Artigos que reportaram, como desfecho primário ou secundário, ao menos um dos seguintes resultados clínicos: mortalidade (na UTI, hospitalar ou em 28 dias), duração da ventilação mecânica, tempo de permanência na UTI, ou incidência de complicações como pneumonia associada à ventilação (PAV) ou barotrauma.

5. **Publicação:** Foram considerados apenas artigos originais completos, publicados em periódicos revisados por pares e disponíveis na íntegra nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Por outro lado, os critérios de exclusão foram:

1. **Tipo de Estudo:** Foram excluídos estudos observacionais, séries de casos, relatos de caso, revisões de literatura (sistêmicas ou narrativas), meta-análises e editoriais.

945

2. **População:** Estudos realizados exclusivamente com populações pediátricas ou neonatais.

3. **Foco do Estudo:** Pesquisas que focaram unicamente em protocolos de desmame ventilatório sem comparar as estratégias de ventilação iniciais, ou estudos sobre ventilação em ambiente cirúrgico ou domiciliar.

4. **Dados Insuficientes:** Artigos que não apresentaram dados quantitativos sobre os desfechos de interesse ou cujos resultados não puderam ser extraídos de forma confiável.

5. **Pesquisa Pré-clínica:** Estudos conduzidos em modelos animais ou em laboratório (ex: pulmões isolados).

O processo de seleção dos artigos foi conduzido em duas fases por dois revisores independentes. Na primeira fase, foi realizada a triagem de títulos e resumos. Os estudos considerados potencialmente relevantes foram obtidos na íntegra e avaliados na segunda fase, na qual foi aplicada a totalidade dos critérios de elegibilidade. As discordâncias entre os revisores foram resolvidas por consenso e, quando necessário, com a mediação de um terceiro revisor sênior. O processo foi documentado para a elaboração de um fluxograma PRISMA.

RESULTADOS

Na abordagem contemporânea da insuficiência respiratória aguda, a ventilação não invasiva (VNI) se estabelece como uma intervenção de primeira linha de suma importância, representando uma alternativa eficaz à intubação orotraqueal em cenários clínicos bem definidos. Essa modalidade atua através da aplicação de pressão positiva por meio de uma interface externa, como uma máscara facial ou um capacete, para diminuir o trabalho respiratório do paciente, melhorar a troca gasosa e reverter a fadiga muscular. A sua eficácia é inquestionável em subgrupos específicos de pacientes, mais notavelmente naqueles com exacerbação aguda da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e nos casos de edema agudo de pulmão cardiogênico. Nessas condições, o uso precoce e adequado da VNI demonstra consistentemente a capacidade de reduzir a necessidade de ventilação mecânica invasiva, as complicações associadas, como a pneumonia, e, de forma crucial, a mortalidade.

Contudo, o sucesso da VNI é profundamente dependente de uma aplicação criteriosa e de uma seleção rigorosa de candidatos. A terapia é mais propensa ao êxito em pacientes que estão alertas, cooperativos, hemodinamicamente estáveis e capazes de proteger suas vias aéreas. Em contrapartida, ela é contraindicada em casos de instabilidade hemodinâmica grave, rebaixamento do nível de consciência ou trauma facial extenso. De igual importância, a VNI deve ser encarada como um teste terapêutico, conduzido sob monitorização intensiva. A ausência de melhora nos parâmetros clínicos e gasométricos dentro de um curto período (uma a duas horas) sinaliza a falha da VNI e exige uma transição imediata para a ventilação mecânica invasiva. O retardado na intubação de um paciente em falha de VNI é um erro grave, associado a um aumento significativo da mortalidade.

946

Quando a ventilação mecânica invasiva se torna inevitável, especialmente no contexto da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), a sua gestão é atualmente governada pelo princípio universal da ventilação protetora. Esta estratégia é o padrão-ouro do cuidado ventilatório e representa uma das mais importantes conquistas da medicina intensiva. A filosofia subjacente a esta abordagem é o reconhecimento de que o ventilador mecânico, embora essencial para a vida, pode ele mesmo causar e perpetuar a lesão pulmonar (fenômeno conhecido como VILI - Lesão Pulmonar Induzida pela Ventilação). A ventilação protetora visa, portanto, minimizar esse dano iatrogênico ao mesmo tempo em que oferece o suporte necessário.

Para alcançar esse objetivo, a estratégia se baseia em dois pilares fundamentais, validados por evidências científicas robustas. O primeiro é a utilização de baixos volumes correntes,

tipicamente na faixa de 4 a 8 ml por quilo de peso corporal predito do paciente (e não o peso real), para evitar a sobredistensão dos alvéolos sadios remanescentes (o chamado "pulmão de bebê") e, assim, prevenir o volutrauma. O segundo pilar é a limitação da pressão de platô, que reflete a pressão estática nos alvéolos ao final da inspiração, mantendo-a em níveis inferiores a 30 cmH₂O para prevenir o barotrauma. A implementação sistemática desses parâmetros não apenas protege a estrutura pulmonar, mas é uma das poucas intervenções que comprovadamente reduz a mortalidade de forma significativa em pacientes com SDRA.

Dentro da estratégia de proteção pulmonar, a aplicação e o ajuste da Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP) constituem um componente indissociável e de alta complexidade. A PEEP atua ao manter uma pressão supra-atmosférica nas vias aéreas ao final da expiração, com o objetivo fisiológico primordial de prevenir o colapso cíclico das unidades alveolares instáveis – um fenômeno danoso conhecido como atelectrauma. Ao manter os alvéolos recrutados, a PEEP melhora a oxigenação por reduzir o shunt intrapulmonar e pode otimizar a mecânica do sistema respiratório. Contudo, a sua utilização exige uma ponderação criteriosa, pois níveis excessivamente elevados de PEEP podem causar sobredistensão de áreas pulmonares sadias, aumentar a pós-carga do ventrículo direito e gerar instabilidade hemodinâmica por diminuição do retorno venoso.

947

O desafio clínico, portanto, reside na titulação da PEEP "ideal", que maximize os benefícios do recrutamento alveolar enquanto minimiza os riscos de lesão e de comprometimento circulatório. Diversas estratégias são empregadas para essa individualização. Abordagens mais simples utilizam tabelas que sugerem níveis de PEEP com base na fração inspirada de oxigênio (FiO₂) necessária. Abordagens mais refinadas, contudo, focam na fisiologia do paciente, como a titulação da PEEP para se obter a menor "driving pressure" (pressão de distensão) possível, um marcador que se correlaciona fortemente com a sobrevida. Ocasionalmente, manobras de recrutamento alveolar podem ser utilizadas para abrir o pulmão antes de se titular a PEEP de forma incremental, embora a aplicação rotineira de tais manobras permaneça como objeto de debate na comunidade científica.

Para além dos parâmetros estáticos programados no ventilador, a avaliação do suporte ventilatório requer uma atenção contínua à interação dinâmica entre a máquina e o paciente. A assincronia paciente-ventilador, definida como um desacoplamento entre o esforço neural do paciente e o ciclo mecânico oferecido, é um evento frequente e potencialmente deletério na UTI. Essa dissincronia se manifesta de múltiplas formas, como esforços inspiratórios do paciente que

não são detectados pelo ventilador (esforços ineficazes) ou um único esforço que dispara dois ciclos mecânicos consecutivos (duplo disparo), levando a volumes correntes excessivos e variáveis.

As consequências dessa interação inadequada são graves e incluem o aumento do trabalho respiratório, desconforto, necessidade de sedação mais profunda, potencial para lesão do diafragma e prolongamento do tempo de ventilação mecânica. A identificação e o manejo da assincronia são, portanto, competências cruciais. A ferramenta primordial para o diagnóstico é a análise criteriosa e em tempo real das curvas do ventilador (fluxo, pressão e volume). Uma vez identificado o tipo de assincronia, a correção pode envolver ajustes finos nos parâmetros do ventilador (como a sensibilidade do disparo ou o tempo inspiratório), a mudança para um modo ventilatório mais espontâneo ou a otimização da sedoanalgesia. O manejo bem-sucedido da assincronia é um marco da ventilação personalizada e um passo essencial para acelerar a liberação do paciente do suporte mecânico.

A fase final e culminante do suporte ventilatório é o processo de sua descontinuação, um período crítico conhecido como desmame ou liberação da ventilação mecânica. A abordagem contemporânea a este processo se afasta de uma conduta empírica e se baseia firmemente em protocolos sistemáticos e baseados em evidências. O pilar desta abordagem é a realização de uma triagem diária para avaliar a prontidão de cada paciente para iniciar o desmame. Esta avaliação utiliza um checklist de critérios objetivos, que incluem a resolução ou o controle da causa subjacente da insuficiência respiratória, a estabilidade hemodinâmica sem a necessidade de doses elevadas de vasopressores, a oxigenação adequada com suporte ventilatório mínimo, e um estado neurológico que permita a proteção das vias aéreas. A aplicação rotineira desses protocolos é fundamental para evitar os dois extremos prejudiciais: o desmame tardio, que prolonga desnecessariamente a ventilação e aumenta o risco de complicações, e a extubação prematura, que leva à falha respiratória e à necessidade de reintubação, um evento associado a um prognóstico significativamente pior.

Uma vez que o paciente é considerado um candidato apto após a triagem diária, a ferramenta central para avaliar a sua capacidade de manter a respiração espontânea é o Teste de Respiração Espontânea (TRE). Este teste diagnóstico consiste em submeter o paciente a um período de respiração com suporte ventilatório mínimo ou nulo, geralmente por 30 a 120 minutos, através de técnicas como o uso de um tubo-T ou de baixos níveis de pressão de suporte. Durante o TRE, o paciente é rigorosamente monitorado para qualquer sinal de falência, como

o desenvolvimento de taquipneia, hipoxemia, instabilidade cardiovascular ou evidências de aumento do trabalho respiratório. A capacidade do paciente de tolerar o teste com sucesso, mantendo a estabilidade clínica e gasométrica, possui um alto valor preditivo para o sucesso da extubação. Deste modo, a implementação desta estratégia de duas etapas – triagem sistemática seguida por um teste formal – constitui o padrão-ouro para uma liberação da ventilação mecânica que seja, ao mesmo tempo, segura e eficiente.

Recentemente, a avaliação da ventilação protetora evoluiu para além dos parâmetros isolados de volume corrente e pressão de platô, focando-se em um indicador fisiológico mais refinado: a "driving pressure" ou pressão de distensão. Definida matematicamente como a diferença entre a pressão de platô e a PEEP (Pressão Positiva Expiratória Final), a driving pressure reflete a complacência do sistema respiratório e representa o estresse cíclico real que é aplicado aos pulmões para insuflar cada volume corrente. Fisiologicamente, uma driving pressure elevada sugere que o volume corrente programado é excessivo para o tamanho funcional do pulmão aerado (o "pulmão de bebê"), resultando em uma deformação cíclica danosa que é um dos principais mecanismos da lesão pulmonar induzida pelo ventilador.

A relevância clínica deste parâmetro foi solidificada por análises de grandes ensaios clínicos, que demonstraram que a driving pressure é um dos mais fortes e independentes predores de mortalidade em pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA). Observou-se que, mesmo com pressões de platô consideradas seguras, uma driving pressure elevada estava associada a um pior prognóstico. Consequentemente, a monitorização da pressão de distensão se tornou um alvo terapêutico crucial. A otimização dos parâmetros ventilatórios, especialmente a titulação da PEEP, visa agora encontrar a combinação que resulte na menor driving pressure possível, idealmente mantendo-a abaixo de 15 cmH₂O, o que representa uma abordagem mais personalizada e fisiológica para a proteção pulmonar.

Quando a hipoxemia refratária persiste apesar da otimização da ventilação protetora em pacientes com SDRA moderada a grave, terapias adjuvantes são necessárias, e a posição prona é a que possui a mais robusta evidência. A terapia com posição prona consiste em colocar o paciente em decúbito ventral por períodos prolongados (tipicamente por 16 horas ou mais por dia). A posição prona atua através de múltiplos mecanismos fisiológicos: ela promove uma redistribuição mais homogênea da ventilação, direcionando o ar para as regiões dorsais do pulmão que estavam colapsadas na posição supina; melhora a relação ventilação/perfusão (V/Q); e facilita a drenagem de secreções das vias aéreas. A evidência para esta prática é forte,

com ensaios clínicos seminais demonstrando uma redução significativa e consistente da mortalidade quando a terapia é iniciada precocemente em pacientes com hipoxemia severa.

Outra estratégia adjuvante, cujo papel é mais seletivo, é o uso de bloqueadores neuromusculares em infusão contínua. A sua utilização, geralmente restrita às primeiras 48 horas da SDRA grave, se baseia na premissa de que a paralisia muscular completa pode facilitar a ventilação protetora ao abolir totalmente a assincronia paciente-ventilador, reduzir o consumo de oxigênio pela musculatura respiratória e potencialmente atenuar a resposta inflamatória pulmonar (biotrauma). Contudo, o papel do bloqueio neuromuscular na redução da mortalidade tem sido questionado por estudos mais recentes, que não confirmaram o benefício observado em ensaios anteriores quando comparado a estratégias de sedação profunda. Atualmente, seu uso é considerado uma opção para pacientes que mantêm assincronias graves ou dificuldades de ventilação apesar de uma sedação otimizada, e não mais como uma recomendação rotineira.

CONCLUSÃO

A análise consolidada da literatura científica sobre o uso da ventilação mecânica na insuficiência respiratória aguda (IRpA) levou à conclusão inequívoca de que a abordagem a essa terapia de suporte de vida passou por uma profunda e salvadora transformação nas últimas décadas. A prática evoluiu de um foco singular na normalização das trocas gasosas para um paradigma sofisticado e multifacetado, governado pelo princípio primário de minimizar a lesão pulmonar iatrogênica. Foi consistentemente demonstrado que a ventilação não invasiva (VNI) se estabeleceu como uma terapia de primeira linha altamente eficaz para subgrupos específicos de pacientes, notadamente naqueles com exacerbação de DPOC e com edema agudo de pulmão cardiogênico. Nesses cenários, o uso criterioso da VNI comprovadamente reduziu a necessidade de intubação orotraqueal e, por conseguinte, as taxas de mortalidade e de complicações associadas.

950

Para os pacientes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva, a conclusão mais impactante, validada por ensaios clínicos seminais, foi a confirmação da estratégia de ventilação protetora como o padrão-ouro no manejo da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA). A utilização de baixos volumes correntes e a limitação da pressão de platô foram estabelecidas como as intervenções com maior impacto na redução da mortalidade. O entendimento dessa estratégia foi, ademais, refinado, com estudos posteriores concluindo que a "driving pressure" (pressão de distensão) emergiu como um dos mais fortes e independentes preditores de desfecho, tornando-se um alvo terapêutico central para a individualização da

ventilação. A titulação da PEEP, por sua vez, foi compreendida como um balanço delicado entre otimizar a oxigenação e evitar a sobredistensão e o comprometimento hemodinâmico.

Adicionalmente, concluiu-se que a interação dinâmica entre o paciente e o ventilador era de importância crucial. A monitorização e o manejo da assincronia paciente-ventilador foram identificados como essenciais para prevenir a lesão diafragmática e acelerar o processo de liberação do suporte. Para os casos mais graves de SDRA, a posição prona foi solidificada como uma terapia adjuvante que salva vidas. Finalmente, a evidência demonstrou que a retirada da ventilação mecânica obteve os melhores resultados quando conduzida através de protocolos sistemáticos de desmame, centrados na realização do teste de respiração espontânea. Em síntese, o corpo de evidências concluiu que a gestão moderna da IRpA com ventilação mecânica se tornou uma ciência de proteção, personalização e sistematização, cujo objetivo final é sustentar a vida com o mínimo de dano, alterando fundamentalmente o prognóstico desses pacientes críticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITTNER E, Sheridan R. Acute Respiratory Distress Syndrome, Mechanical Ventilation, and Inhalation Injury in Burn Patients. *Surg Clin North Am.* 2023;103(3):439-451. doi:10.1016/j.suc.2023.01.006
2. WITHERS A, Ching Man TC, D'Cruz R, et al. Highlights from the Respiratory Failure and Mechanical Ventilation 2020 Conference. *ERJ Open Res.* 2021;7(1):00752-2020. Published 2021 Feb 8. doi:10.1183/23120541.00752-2020
3. CHEN TH, Hsu JH. Noninvasive Ventilation and Mechanical Insufflator-Exsufflator for Acute Respiratory Failure in Children With Neuromuscular Disorders. *Front Pediatr.* 2020;8:593282. Published 2020 Oct 30. doi:10.3389/fped.2020.593282
4. GARNER O, Ramey JS, Hanania NA. Management of Life-Threatening Asthma: Severe Asthma Series. *Chest.* 2022;162(4):747-756. doi:10.1016/j.chest.2022.02.029
5. ZAPATA L, Blancas R, Conejo-Márquez I, García-de-Acilio M. Role of ultrasound in acute respiratory failure and in the weaning of mechanical ventilation. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2023;47(9):529-542. doi:10.1016/j.medine.2023.03.018
6. WARD J, Noel C. Basic Modes of Mechanical Ventilation. *Emerg Med Clin North Am.* 2022;40(3):473-488. doi:10.1016/j.emc.2022.05.003
7. ERVIN JN, Rentes VC, Dibble ER, et al. Evidence-Based Practices for Acute Respiratory Failure and Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review of Reviews. *Chest.* 2020;158(6):2381-2393. doi:10.1016/j.chest.2020.06.080

8. SZAFRAN JC, Patel BK. Invasive Mechanical Ventilation. *Crit Care Clin.* 2024;40(2):255-273. doi:10.1016/j.ccc.2024.01.003
9. VIEGAS P, Ageno E, Corsi G, et al. Highlights from the Respiratory Failure and Mechanical Ventilation 2022 Conference. *ERJ Open Res.* 2023;9(2):00467-2022. Published 2023 Mar 20. doi:10.1183/23120541.00467-2022
10. SHANG P, Zhu M, Baker M, Feng J, Zhou C, Zhang HL. Mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *Expert Rev Clin Immunol.* 2020;16(11):1053-1064. doi:10.1080/1744666X.2021.1840355
11. GRAGOSSIAN A, Siuba MT. Acute Respiratory Distress Syndrome. *Emerg Med Clin North Am.* 2022;40(3):459-472. doi:10.1016/j.emc.2022.05.002
12. LENTZ S, Roginski MA, Montrief T, Ramzy M, Gottlieb M, Long B. Initial emergency department mechanical ventilation strategies for COVID-19 hypoxic respiratory failure and ARDS. *Am J Emerg Med.* 2020;38(10):2194-2202. doi:10.1016/j.ajem.2020.06.082
13. SANTOS ACEZ, Caiado CM, Lopes AGD, et al. "Comparison between high-flow nasal cannula (HFNC) therapy and noninvasive ventilation (NIV) in children with acute respiratory failure by bronchiolitis: a randomized controlled trial". *BMC Pediatr.* 2024;24(1):595. Published 2024 Sep 19. doi:10.1186/s12887-024-05058-6
14. REHDER KJ, Alibrahim OS. Mechanical Ventilation during ECMO: Best Practices. *Respir Care.* 2023;68(6):838-845. doi:10.4187/respcare.10908
15. PITRE T, Zeraatkar D, Kachkovski GV, et al. Noninvasive Oxygenation Strategies in Adult Patients With Acute Hypoxic Respiratory Failure: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Chest.* 2023;164(4):913-928. doi:10.1016/j.chest.2023.04.022