

Análise das intervenções fisioterapêuticas em pacientes com hipoxemia e sua associação com dados clínicos e laboratoriais

Analysis of physiotherapeutic interventions in patients with hypoxemia and their association with clinical and laboratory findings

Vitor Matheus Sanches¹, Mariana Carneiro Fernandes¹, Vitória de Fátima Oliveira Martins¹, Thiago Barbosa Maia¹

¹Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista – UNIP, São José do Rio Preto – SP, Brasil.

Resumo

Objetivo – Analisar as intervenções fisioterapêuticas e sua associação com a reversão da hipoxemia e melhora dos parâmetros clínicos em pacientes críticos. **Métodos** – Este estudo analisou retrospectivamente as intervenções fisioterapêuticas em 30 pacientes hipoxêmicos de uma UTI hospital-escola, entre 2022 e 2024, relacionando-as a dados clínicos e laboratoriais no momento da reversão do quadro.

Resultado – A amostra apresentou alta complexidade: 90% possuíam comorbidades e 66,67% utilizavam ventilação mecânica invasiva via traqueostomia. Inicialmente, todos os pacientes apresentavam déficit de oxigenação (30% grave; 66,67% moderado). Após a atuação fisioterapêutica, houve melhora significativa nos índices de oxigenação, com 66,67% dos indivíduos atingindo valores entre 300 e 400, além de uma evolução positiva nos padrões gasométricos. Embora as técnicas específicas não tenham sido registradas, a literatura sugere que manobras de higiene brônquica, reexpansão e posicionamento contribuíram para os resultados. Apesar da melhora respiratória, a mortalidade foi de 43,34%, reflexo da gravidade clínica e de fatores como anemia e sepse. As limitações do estudo incluem o desenho retrospectivo, a amostra reduzida e a ausência de detalhamento das técnicas aplicadas. **Conclusão** – Conclui-se que a fisioterapia foi essencial na reversão da hipoxemia e melhora da oxigenação, embora estudos prospectivos sejam necessários para comparar a eficácia de diferentes abordagens e modalidades ventilatórias nos desfechos clínicos.

Descritores: Fisioterapia; Modalidade de Fisioterapia; Hipoxemia; Respiração; Oxigênio; Insuficiência respiratória; Mecânica respiratória

Abstract

Objective – To analyze physiotherapeutic interventions and their association with hypoxemia reversal and improvement of clinical parameters in critically ill patients. Hypoxemia is a critical challenge in intensive care, associated with severe conditions such as sepsis and ARDS. **Methods** – This study retrospectively analyzed physiotherapeutic interventions in 30 hypoxemic patients in a teaching hospital ICU between 2022 and 2024, correlating them with clinical and laboratory data at the time of hypoxemia reversal.

Results – The sample exhibited high clinical complexity: 90% had comorbidities, and 66.67% were on invasive mechanical ventilation via tracheostomy. Initially, all patients showed oxygenation deficits (30% severe; 66.67% moderate). Following physiotherapeutic intervention, there was a significant improvement in oxygenation indices, with 66.67% of individuals reaching values between 300 and 400, in addition to a positive evolution in gasometric patterns. Although specific techniques were not recorded, the literature suggests that bronchial hygiene, lung re-expansion, and positioning maneuvers contributed to these results. Despite the respiratory improvement, the mortality rate was 43.34%, reflecting clinical severity and factors such as anemia and sepsis. Limitations of the study include its retrospective design, small sample size, and lack of detailed technical data. **Conclusion** – In conclusion, physical therapy was essential in reversing hypoxemia and improving oxygenation, although prospective studies are necessary to compare the efficacy of different approaches and ventilatory modalities on clinical outcomes.

Descriptors: Physiotherapy; Therapeutic modalities; Physiotherapy modalities; Hypoxemia; Breathe; Oxygen; Respiratory failure; Respiratory mechanics

Introdução

Os dados epidemiológicos do edema agudo de pulmão (EAP) revelaram uma condição comum com alta morbimortalidade. O EAP cardiogênico, frequentemente associado à insuficiência cardíaca e eventos isquêmicos, representou a maioria dos casos, com mortalidade intra-hospitalar significativa, que variou conforme a gravidade e comorbidades. Já o EAP séptico, parte de um quadro de sepse, contribuiu para o aumento da mortalidade em pacientes críticos, sendo influenciado pela resposta inflamatória sistêmica e disfunção orgânica. A incidência e prevalência específicas variaram entre estudos e populações, mas ambos os tipos de EAP demandaram reconhecimento e tratamento rápidos para melhorar o prognóstico.^{1,2}

Entre as classificações do edema pulmonar, o tipo não cardiogênico (EPNC) esteve comumente relacionado à SARA, uma vez que a mesma se desenvolveu de casos nos quais o coração não esteve diretamente relacionado, como em quadros de sepse ou choque séptico, no qual foram liberados mediadores de inflamações que causaram o aumento da permeabilidade alvéolo-capilar, resultando em uma migração de fluídos para o espaço alveolar ou intersticial.^{3,6}

O edema pulmonar cardiogênico teve como principal causa o aumento da pressão hidrostática sob os capilares pulmonares. Com este aumento, ocorreu o extravasamento de líquido no espaço intersticial e alveolar, que contribuiu com a infiltração de fluídos nos alvéolos ou interstício, como por exemplo, em casos de Insuficiência Cardíaca de Ventrículo Esquerdo, onde

se gerou o acúmulo de líquido no espaço intersticial e alveolar, formando-se o edema e possibilitando o desenvolvimento de um quadro de SARA.^{7,8}

Após um edema agudo de pulmão, os pacientes enfrentaram diversas sequelas que impactaram suas funções gerais. A capacidade respiratória ficou comprometida, levando à fadiga e intolerância a esforços. A oxigenação reduzida afetou a função cognitiva, causando dificuldades de concentração e memória. A mobilidade foi limitada pela dispneia e fraqueza, impactando a independência nas atividades diárias. A qualidade de vida foi frequentemente reduzida devido ao medo de novos episódios, ansiedade e limitações físicas, exigindo acompanhamento médico contínuo e reabilitação para otimizar a recuperação funcional.²

No contexto da terapia intensiva para o edema pulmonar agudo (EPA), o manejo farmacológico visou otimizar a função cardiorrespiratória. Diuréticos de alça, como a furosemida, foram utilizados para promover a natriurese e diurese, reduzindo a volemia e a pressão hidrostática capilar pulmonar. Vasodilatadores, como a nitroglicerina ou nitroprussiato de sódio, atuaram na redução da pré e pós-carga ventricular, melhorando a hemodinâmica sem comprometer significativamente a perfusão renal em pacientes selecionados.⁹

A digoxina, um glicosídeo cardíaco, pôde ser considerada para o controle da frequência ventricular em casos específicos de fibrilação atrial com resposta ventricular rápida, além de exercer um efeito inotrópico positivo modesto, sendo geralmente utilizada em combinação com outras terapias para o alívio sintomático.^{9,10}

A ventilação mecânica foi crucial no manejo do edema agudo de pulmão, visando otimizar a troca gasosa e reduzir o trabalho respiratório. A ventilação não invasiva (VNI), com CPAP ou BiPAP, foi frequentemente a primeira linha em casos de edema cardiogênico, auxiliando na redução da pré e pós-carga cardíaca e no recrutamento alveolar. Em situações mais graves ou refratárias, a ventilação mecânica invasiva foi necessária para garantir a oxigenação e ventilação adequadas. A escolha dos parâmetros ventilatórios foi individualizada, monitorando-se continuamente a resposta clínica e os gases sanguíneos para evitar complicações como barotrauma ou volutrauma.⁷

Na unidade de terapia intensiva (UTI), a atuação da fisioterapia em pacientes com EPA foi multifacetada e crucial para otimizar a função respiratória e prevenir complicações secundárias. No âmbito da ventilação, a fisioterapia respiratória empregou técnicas específicas para melhorar a mecânica ventilatória e a troca gasosa. A otimização do posicionamento no leito, como a elevação do tronco, facilitou a expansão pulmonar e reduziu o retorno venoso ao coração, diminuindo a pressão hidrostática capilar pulmonar.⁸

Técnicas de higiene brônquica, como a vibrocompressão e a tosse assistida, foram aplicadas para promover a remoção de secreções pulmonares, prevenindo atelectasias e infecções. Em pacientes sob ventilação mecânica, a fisioterapia atuou na otimização dos parâmetros ventilatórios em colaboração com a equipe médica, além de implementar estratégias de desmame ventilatório precoce e seguro, minimizando o tempo de intubação e suas possíveis complicações.⁸

No que concerne à mobilização precoce, a fisioterapia desempenhou um papel fundamental na prevenção dos efeitos deletérios do repouso prolongado, como a fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW) e o tromboembolismo venoso. A mobilização progressiva, iniciada assim que as condições clínicas do paciente permitiram, envolveu desde mudanças de decúbito e sedestação no leito até a transferência para a poltrona e, eventualmente, a deambulação assistida.¹¹

A implementação de protocolos de mobilização precoce demonstrou melhorar a força muscular, reduzir o tempo de ventilação mecânica e de internação na UTI, além de contribuir para a melhora da função cardiovascular e pulmonar a longo prazo. A avaliação contínua da tolerância hemodinâmica e respiratória foi essencial para garantir a segurança e a progressão adequada das atividades de mobilização.^{3,5,8}

A determinação precisa do ponto de reversão da hipoxemia no edema agudo de pulmão com insuficiência respiratória foi crucial para otimizar a terapêutica. Um estudo científico robusto pôde identificar o limiar ideal de oxigenação que equilibrou a necessidade de suporte ventilatório e os riscos de hiperóxia. A identificação precisa deste parâmetro fisiológico possibilitou a individualização da terapia ventilatória, prevenindo a escalada desnecessária dos ajustes da ventilação mecânica e suas sequelas iatrogênicas. Adicionalmente, essa compreensão facilitou o estabelecimento de critérios objetivos para a transição ventilatória precoce e segura, com potencial para reduzir a duração da internação hospitalar e otimizar o prognóstico clínico dos pacientes.^{12,13}

O trabalho teve como objetivo analisar de forma retrospectiva e observacional, intervenções fisioterápicas associadas à reversão da hipoxemia, a fim de minimizar a progressão do quadro patológico e suas complicações.

Métodos

Trata-se de um estudo observacional, de caráter retrospectivo e analítico. A natureza retrospectiva residuiu na coleta de dados já existentes em prontuários e registros hospitalares. A abordagem observacional implica que não houve intervenção ou manipulação de variáveis por parte dos pesquisadores, sendo analisados os dados referentes à prática clínica usual.

A coleta de dados foi realizada no UTI de um hospital escola (Hospital de Base de São José do Rio Preto, São Paulo). A escolha desta instituição se justificou pelo volume de pacientes que demandaram

intervenção fisioterapêutica em quadros de hipoxemia e pela disponibilidade de registros clínicos e laboratoriais detalhados.

A população do estudo foi constituída por todos os pacientes que apresentaram quadro de hipoxemia (definido por critérios específicos, como $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ em ar ambiente) e receberam intervenção fisioterapêutica durante o período de janeiro de 2022 a dezembro de 2024.

A amostra foi selecionada por conveniência, incluindo todos os prontuários que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

1. Pacientes com diagnóstico de hipoxemia confirmado por gasometria arterial ou oximetria de pulso.
2. Pacientes que receberam ao menos uma sessão de fisioterapia respiratória durante o período de hipoxemia.
3. Prontuários com informações completas sobre as intervenções fisioterapêuticas realizadas, dados clínicos (sinais vitais, nível de consciência, etc.) e dados laboratoriais (gasometria arterial, hemograma, etc.) no momento da reversão da hipoxemia (definida por critérios específicos, como $\text{PaO}_2 \geq 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 \geq 90\%$ em ar ambiente).

Foram excluídos os prontuários que apresentarem informações incompletas ou ilegíveis que impossibilitaram a análise dos dados relevantes para o estudo.

A coleta de dados foi realizada por meio da análise retrospectiva dos prontuários eletrônicos e/ou físicos dos pacientes selecionados. Foram extraídas as seguintes informações:

1. Dados Demográficos e Clínicos: Idade, sexo, diagnóstico primário, comorbidades, tempo de internação, necessidade de ventilação mecânica (invasiva ou não invasiva).
2. Dados Laboratoriais no Momento da Hipoxemia: Valores de gasometria arterial (pH , PaO_2 , PaCO_2 , HCO_3^- , SaO_2), lactato, hemoglobina, entre outros relevantes.
3. Intervenções Fisioterapêuticas: Tipos de técnicas aplicadas (ex: higiene brônquica, reexpansão pulmonar, ventilação não invasiva, posicionamento, exercícios respiratórios), frequência e duração das sessões, profissional responsável.
4. Dados Clínicos no Momento da Reversão da Hipoxemia: Sinais vitais (frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura), nível de consciência (Escala de Coma de Glasgow), necessidade de oxigenoterapia (tipo e fluxo).
5. Dados Laboratoriais no Momento da Reversão da Hipoxemia: Valores de gasometria arterial (pH , PaO_2 , PaCO_2 , HCO_3^- , SaO_2), lactato, hemoglobina, entre outros relevantes.

A coleta de dados foi realizada pelos autores do estudo, utilizando um instrumento de coleta de dados padronizado previamente testado para garantir a consistência e a fidedignidade das informações extraídas.

Os dados coletados foram armazenados em um banco de dados eletrônico (planilha Excel desenvolvidos pelos autores para o estudo) e analisados utilizando métodos estatísticos descritivos e inferenciais.

Serão calculadas medidas de tendência central (média, mediana) e de dispersão (desvio padrão, amplitude) para as variáveis quantitativas, e frequências absolutas e relativas para as variáveis categóricas.

Estatística Inferencial: Foram utilizados testes estatísticos apropriados para verificar a associação entre as diferentes intervenções fisioterapêuticas e os dados clínicos e laboratoriais no momento da reversão da hipoxemia. A escolha dos testes dependeu da natureza das variáveis e da distribuição dos dados (teste t de Student para comparação de médias, qui-quadrado para associação entre variáveis categóricas, correlação de Pearson ou Spearman para avaliar a relação entre variáveis contínuas).

Foi considerado um nível de significância estatística de $p < 0,05$ para todas as análises.

Considerações Éticas:

O presente estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, conforme a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares. Foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição FAMERP / FUNFARME antes do início da coleta de dados. Foram garantidos o anonimato e a confidencialidade dos dados dos pacientes, sendo utilizados códigos para identificação nos instrumentos de coleta e na análise dos dados. O acesso aos prontuários será restrito aos pesquisadores responsáveis pelo estudo. Número do parecer do comitê de ética 7.837.713.

Resultados

Com base na análise de 30 pacientes em uma UTI de um hospital-escola, foi possível observar uma melhora significativa no índice de oxigenação após a reversão de quadros de hipoxemia. O índice de oxigenação foi um parâmetro clínico vital, sendo que valores entre 200 e 300 indicaram um déficit de oxigenação, enquanto valores abaixo de 200 sinalizaram insuficiência respiratória.

No momento da admissão, a maioria dos pacientes apresentou uma oxigenação comprometida. Vinte pacientes, que representaram 66,67% do total, tinham um índice entre 200 e 300, caracterizado como déficit de oxigenação. Além disso, nove pacientes (30%) estavam em um estado de insuficiência respiratória, com o índice de oxigenação abaixo de 200. Apenas um paciente (3,34%) apresentou um índice de oxigenação considerado bom, entre 300 e 400.

Após as intervenções para a reversão da hipoxemia, a situação mudou drasticamente. A maior parte dos pacientes, 20 (66,67%), alcançou um índice de oxigenação bom, situado entre 300 e 400. Um paciente teve uma melhora notável, com o índice de oxigenação superior a 400, considerado ótimo. No entanto, a melhora não foi completa para todos; sete pacientes

(23,34%) permaneceram na faixa de déficit de oxigenação (200-300), e dois pacientes (6,67%) ainda

se encontraram em insuficiência respiratória (abaixo de 200).

Tabela 1. Perfil / Table 1. Profile

Idade média / Average age:	56,44 ± 19,25
Tempo de internação (média) / Length of stay (mean):	36,67 ± 26,84
Quantidade de fisio/internação (média) / Number of physiotherapy sessions/hospitalization:	34,74 ± 24,71

Tabela 2. Perfil clínico / Table 2. Clinical profile

Diagnóstico primário / Primary Diagnosis	
Sepse / Sepsis	4 (13,34%)
Choque séptico / Septic Shock	4 (13,34%)
Choque outra origem / Shock of Other Origin	0
Pneumonia hospitalar ou por ventilação mecânica / Hospital-Acquired Pneumonia / Mechanical Ventilation	0
Pneumonia de outra origem / Pneumonia of other origin	3 (10%)
AVC – acidente vascular cerebral / Stroke – cerebrovascular accident	2 (6,67%)
Trauma crânio encefálico / traumatic brain injury	2 (6,67%)
Politrauma / Polytrauma	5 (16,67%)
Outra (causa pulmonar) / Other (pulmonary cause)	3 (10%)
Outra (causa extra pulmonar) / Other (extrapulmonary cause)	7 (23,34%)
Comorbidades / Comorbidities	
Pacientes com comorbidades no momento da internação / Patients with comorbidities at the time of admission	27 (90%)
Pacientes com mais de uma comorbidade / Patients with more than one comorbidity	22 (81,48%)
Tipo de comorbidades / Type of comorbidities:	
Respiratórias (não relacionadas ao fumo) / Respiratory (non-smoking related)	6 (22,23%)
Metabólicas / Metabolic	13 (48,14%)
DAC* / CAD*	2 (7,40%)
Renais / Renal	5 (18,51%)
Tabaco, fumo / Tobacco, smoking	9 (33,34%)
Etilismo / Alcoholism	9 (33,34%)
Outras cardiorrespiratórias / Other cardiorespiratory	17 (62,96%)
Outras não cardiorrespiratórias / Other non-cardiorespiratory	20 (74,07%)
Não tem / None	3 (10,00%)

Tabela 2. Perfil clínico (continuação) / Table 2. Clinical profile (continuation)

Gasometria Arterial / arterial blood gas analysis	Entrada / Admission	Reversão hipoxemia / Reversal of hypoxemia
Sem alteração / No change	11 (36,67%)	11 (36,67%)
Alterações respiratórias / Respiratory changes		
Acidose / Acidosis	0	0
Alcalose / Alkalosis	4 (13,34%)	4 (13,34%)
Alterações metabólicas / Metabolic changes		
Acidose / Acidosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Alcalose / Alkalosis	5 (16,67%)	5 (16,67%)
Alterações mistas / mixed changes	0	0
Compensação incompleta / Incomplete compensation		
Acidose respiratória / Respiratory acidosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Alcalose respiratória / Respiratory alkalosis	2 (6,67%)	2 (6,67%)
Acidose metabólica / Metabolic acidosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Alcalose metabólica / Metabolic alkalosis	2 (6,67%)	2 (6,67%)
Compensação completa / Complete compensation		
Acidose respiratória / Respiratory acidosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Alcalose respiratória / Respiratory alkalosis	0	0
Acidose metabólica / Metabolic acidosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Alcalose metabólica / Metabolic alkalosis	1 (3,34%)	1 (3,34%)
Índice de oxigenação** / P/F Ratio**		
	Entrada / Admission	Reversão hipoxemia / Reversal of hypoxemia
> 400	0	1 (3,34%)
400 – 300	1 (3,34%)	20 (66,67%)
300 – 200	20 (66,67%)	7 (23,34%)
< 200	9 (30%)	2 (6,67%)

* DAC – doença arteriosclerótica / CAD – Arteriosclerotic disease; ** índice de oxigenação: PaO₂/FiO₂ / Oxygenation index: P/F ratio

Tabela 3. Suporte Ventilatório / Table 3. Ventilatory Support

Ar ambiente / Room air	2 (6,67%)
Oxigenoterapia / Oxygen therapy	3 (10%)
VMNI** / Non-Invasive Mechanical Ventilation**	1 (3,34%)
VMI TOT*** / Invasive mechanical ventilation endotracheal tube***	4 (13,34%)
VMI TQT****/ Invasive mechanical ventilation tracheostomy****	20 (66,67%)
Oxigenioterapia pós evento / Post-event Oxygen therapy	
Sim / Yes	3 (10,00%)
Não / Not	27 (90%)

** VMNI – Ventilação mecânica não invasiva / NIV – Non-invasive mechanical ventilation; *** VMI TOT – Ventilação mecânica invasiva e tubo orotraqueal / ETT – Invasive mechanical ventilation and endotracheal tube; **** VMI TQT – Ventilação mecânica invasiva e traqueostomia / TQT – Invasive mechanical ventilation and tracheostomy; 1 -Transferência para outra UTI ou outro serviço. / Transfer to another ICU or another service.

Tabela 4. Sinais vitais na entrada / Table 4. Vital signs on admission

Frequência Respiratória (ipm– incursões por minuto) / Respiratory Rate (bpm – breaths per minute)	
< 12	0
12 – 16	4 (13,34%)
17 – 20	20 (66,67%)
> 21	6 (20%)
Frequência Cardíaca (bpm – batimentos por minutos) / Heart Rate (bpm – beats per minute)	
< 60	2 (6,67%)
60 – 80	7 (23,34%)
80 – 100	14 (46,67%)
100 – 120	4 (13,34%)
> 120	3 (10%)
Saturação De Oxigênio / Oxygen Saturation	
> 97%	11 (36,67%)
92% - 97%	10 (33,34%)
88% - 91%	8 (26,67%)
< 88%	1 (3,34%)
Pressão Arterial Sistólica / Systolic Blood Pressure	
< 120mmHg	14 (46,67%)
120mmHg - 130 mmHg	5 (16,67%)
130mmHg - 140mmHg	5 (16,67%)
> 140mmHg	6 (20%)

Tabela 4. Sinais vitais na entrada (continuação) / Table 4. Vital signs on admission (continuation)

Temperatura / Temperature	
36°C a 37,2°C	28 (93,34%)
37,3°C a 37,7°C	1 (3,34%)
> 37,8°C	1 (3,34%)

Tabela 5. Destino paciente / Table 5. Patient Destination

Alta enfermaria / discharged to the ward	1 (3,34%)
Alta semi intensiva / Discharged to the semi-intensive care unit	0
Alta hospitalar / Hospital discharge	12 (40%)
Óbito / Death	13 (43,34%)
Transferência* / Transfer*	4 (13,34%)

1 – Transferência para outra UTI ou outro serviço. / 1 – Transfer to another ICU or another service.

Discussão

A análise retrospectiva das intervenções fisioterapêuticas aplicadas em pacientes hipoxêmicos demonstrou uma melhora significativa do índice de oxigenação após a intervenção, especialmente na população submetida ao suporte ventilatório invasivo. Este achado sugeriu a eficácia da fisioterapia na otimização da troca gasosa, mesmo em um perfil heterogêneo de pacientes críticos com múltiplas comorbidades.

Foram analisados 30 pacientes, a maioria possuindo múltiplas comorbidades e variados diagnósticos, o que demonstra um perfil heterogêneo da unidade de terapia intensiva. Observou-se melhora significativa do índice de oxigenação após as intervenções fisioterapêuticas, especialmente em pacientes submetidos a suporte ventilatório invasivo, embora a taxa de mortalidade tenha se mantido elevada, evidenciando uma tendência na qual a reversão da hipoxemia, embora importante, não basta para garantir a estabilidade em contextos críticos e multifatoriais.

A hipoxemia, definida como a redução dos níveis de oxigênio no sangue arterial, foi uma condição clínica prevalente em pacientes críticos e representou um desafio significativo na terapia intensiva. Sua etiologia foi multifacetada, abrangendo desde o edema agudo de pulmão (EAP) cardiogênico e não cardiogênico, como a Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), até complicações de sepse e outras disfunções. O manejo eficaz da hipoxemia foi crucial para prevenir sequelas graves, como fadiga, intolerância a esforços, disfunção cognitiva e limitações na mobilidade, que impactaram diretamente a qualidade de vida e o prognóstico dos pacientes.^{14,15}

No contexto das intervenções fisioterapêuticas para a reversão da hipoxemia, os resultados demonstraram uma melhora significativa no índice de oxigenação (IO) após diversas intervenções fisioterapêuticas.

Na admissão, a maioria dos pacientes apresentava uma oxigenação comprometida, sendo 20 pacientes (66,67%) com um índice entre 200 e 300, caracterizado como déficit de oxigenação, e 9 pacientes (30%) estavam em um estado de insuficiência respiratória aguda (IRpA), com o índice de oxigenação abaixo de 200. Após as intervenções, a situação mudou drasticamente: 20 pacientes (66,67%) alcançaram um índice de oxigenação bom (entre 300 e 400), e 1 paciente (3,34%) apresentou melhora notável, com o índice superior a 400. Entretanto, 7 pacientes (23,34%) permaneceram na faixa de déficit de oxigenação e 2 pacientes (6,67%) continuaram em IRpA.

Como visto no previamente, este achado ressaltou que as intervenções fisioterapêuticas gerais sugeriram ter contribuído para a melhora da oxigenação, mesmo em um cenário de alta complexidade. A literatura, como visto no estudo de Battaglini D, *et al.*, corroborou que manobras como higiene brônquica, reexpansão pulmonar, mobilização precoce e posicionamento no leito melhoraram a oxigenação sistêmica e a troca gasosa em pacientes críticos, sob via invasiva de ventilação.^{16,17}

Em conjunto com essas manobras, a ventilação mecânica invasiva (VMI) permitiu um controle mais preciso da ventilação pulmonar por meio de estratégias como o aumento da Pressão Expiratória Final Positiva (PEEP), que proporcionou o aumento da recrutabilidade alveolar, assim como outros parâmetros ajustáveis, como o volume corrente, possibilitando um controle adequado do quadro hipoxêmico.^{16,17}

De acordo com a tabela 2 dos resultados, foi notável que a maioria dos pacientes estava sob VMI, principalmente via traqueostomia (TQT) (66,67%), e apenas um paciente (3,34%) utilizou ventilação não invasiva (VNI). Nesse sentido, diferentemente do observado por Lu *et al.*, que compararam CNAF à oxigenoterapia convencional em quadros menos graves, o presente estudo avaliou uma população mais crítica, onde o estágio da doença já demandava suporte ventilatório avançado.

A presente discussão sintetizou as evidências sobre CNAF e VNI, utilizando esta perspectiva para valorizar a eficácia das intervenções fisioterapêuticas gerais observadas nos resultados do presente estudo, em que a melhora do índice de oxigenação (Tabela 3) confrontou a necessidade de intervenções invasivas imediatas e reforçou a importância da fisioterapia precoce, mesmo em pacientes já em VMI.^{18,19}

Apesar de a amostra do presente estudo ter sido predominantemente composta por pacientes em VMI, a comparação com as terapias não invasivas foi fundamental para contextualizar a gravidade da população. Estudos como o RECOVERY-RS e a meta-análise de Li *et al.* demonstraram que a CNAF e a VNI (incluindo CPAP) foram eficazes na redução da necessidade de intubação e mortalidade em pacientes com IRpA, especialmente no contexto da COVID-19. No entanto, a falha dessas terapias em pacientes com hipoxemia grave levou à necessidade de VMI, que foi o cenário predominante no estudo.²⁰⁻²³

A melhora observada no índice de oxigenação dos pacientes em VMI após o conjunto das intervenções fisioterapêuticas sugeriu que, mesmo após a falha das terapias não invasivas, a fisioterapia continuou sendo um componente relevante para otimizar a troca gasosa e a função pulmonar, utilizando de um conjunto de técnicas pertinentes como a PEEP-ZEEP, que influencia diretamente no recrutamento alveolar, assim como na mobilização de secreções, e também a posição de prona, que utiliza de estratégias de posicionamento, para assegurar uma distribuição uniforme da ventilação, a fim de otimizar a oxigenação e a mecânica respiratória, sendo fatores que podem ser contribuintes para a reversão do quadro hipoxêmico. Devido ao caráter retrospectivo, não foi possível avaliar de forma isolada o efeito da prona, assim como demais intervenções.^{24,25}

Como mostrado na tabela 2 de resultados, a alta taxa de mortalidade (43,34%) observada no estudo deve ser interpretada devido a gravidade da população, que apresentava múltiplas comorbidades (90%), além de indicativo de quadros anêmicos (Hb <12,8) e diagnósticos como sepse (26,68%). A literatura sugere que a presença de comorbidades e a gravidade da doença de base foram fatores de risco independentes para desfechos desfavoráveis em pacientes críticos, como visto no estudo de Wang R, *et al.* A persistência de 7 pacientes (23,34%) na faixa de déficit de oxigenação e 2 pacientes (6,67%) em IRpA, mesmo após as

intervenções, reforçou a complexidade do quadro e sugeriu a necessidade de intervenções contínuas e individualizadas.²⁶⁻²⁸

Conclusão

O presente estudo retrospectivo e observacional teve como objetivo analisar a associação das intervenções fisioterapêuticas com a reversão da hipoxemia e sua correlação com os dados clínicos e laboratoriais em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). A população estudada (n=30), predominantemente em Ventilação Mecânica Invasiva (VMI) via traqueostomia (66,67%), apresentou um perfil de alta gravidade, evidenciado pela elevada prevalência de múltiplas comorbidades (90%), incluindo metabólicas (48,14%) e outras cardiorrespiratórias (62,96%), e diagnósticos como sepse e choque séptico (totalizando 26,68%).

Os achados demonstraram uma melhora significativa no índice de oxigenação (IO) após as intervenções fisioterapêuticas. Na admissão, 66,67% dos pacientes apresentavam déficit de oxigenação (IO entre 200 e 300) e 30% estavam em insuficiência respiratória aguda (IRpA) (IO < 200). Após a intervenção, 66,67% dos pacientes alcançaram um índice de oxigenação considerado bom (IO entre 300 e 400), e 3,34% apresentaram um IO ótimo (>400).

Essa melhora no IO, notavelmente em pacientes sob VMI, corrobora a eficácia da fisioterapia respiratória na otimização da troca gasosa, mesmo em cenários de alta complexidade. Manobras como higiene brônquica, reexpansão pulmonar, posicionamento terapêutico (como a posição prona, que assegura distribuição uniforme da ventilação), e o ajuste estratégico de parâmetros ventilatórios (e.g., Pressão Expiratória Final Positiva – PEEP para recrutamento alveolar) foram cruciais para a reversão do quadro hipoxêmico.

5.1 Limitações e Complexidade do Prognóstico

Apesar da reversão da hipoxemia, a taxa de mortalidade na amostra foi elevada (43,34%). Esse dado salienta que, embora o índice de oxigenação tenha melhorado de forma significativa com as intervenções:

5.1.1 A reversão da hipoxemia, por si só, não é o único preditor de estabilidade clínica e desfecho favorável em pacientes críticos com o perfil de alta complexidade e múltiplas comorbidades observado. A gravidade da doença de base e a presença de comorbidades são fatores de risco independentes para desfechos desfavoráveis.

5.1.2 A persistência de 23,34% dos pacientes na faixa de déficit de oxigenação e 6,67% em IRpA após as intervenções reforça a natureza multifatorial e refratária da hipoxemia em alguns quadros, exigindo intervenções contínuas e altamente individualizadas.

Conclui-se que a Fisioterapia Intensiva representa um pilar terapêutico fundamental no manejo da hipoxemia, mesmo em pacientes com falha de suporte ventilatório não invasivo e em uso de VMI.

As intervenções fisioterapêuticas, que englobam o manejo ventilatório, as técnicas de higiene brônquica, e a mobilização precoce — crucial para prevenir fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW) e melhorar a função geral — demonstram capacidade de melhorar os parâmetros fisiológicos-chave (IO) de forma objetiva.

Recomenda-se que a pesquisa futura investigue, por meio de estudos prospectivos e com maior poder estatístico, a associação específica de cada técnica fisioterapêutica (e.g., recrutamento alveolar induzido pela PEEP, manobras de higiene brônquica direcionadas) com o tempo de reversão da hipoxemia e a redução da morbimortalidade em subgrupos de pacientes críticos. A identificação do limiar ideal de oxigenação para transição ventilatória precoce e segura continua sendo um campo de investigação crucial para otimizar o prognóstico clínico.

Referências

1. Movahed MR. The Movahed protocol and algorithm for preventing intubation in patients with acute or sympathetic crashing acute pulmonary edema (SCAPE) without cardiogenic shock by repeated administration of buccal nitroglycerin ointments. *Am J Cardiovasc Dis.* 2024;14(6):368-74. doi: 10.62347/CXMD7229. PMID: 39839569; PMCID: PMC11744216.
2. Kallet RH, Alonso JA, Luce JM, Matthay MA. Exacerbation of acute pulmonary edema during assisted mechanical ventilation using a low-tidal volume, lung-protective ventilator strategy. *Chest.* 1999;116(6):1826-32. doi: 10.1378/chest.116.6.1826.
3. Xie R, Tan D, Liu B, Zhang Y, Li Y, Chen J, et al. Acute respiratory distress syndrome (ARDS): from mechanistic insights to therapeutic strategies. *MedComm.* 2025;6:e70074. doi:10.1002/mco2.70074.
4. Ma W, Tang S, Yao P, Zhou T, Niu Q, Liu P, et al. Advances in acute respiratory distress syndrome: focusing on heterogeneity, pathophysiology, and therapeutic strategies. *Signal Transduct Target Ther.* 2025;10(1):75.
5. Song D, Chen Q, Huang S, Li M, Zhang Y, Liu J, et al. Evaluating the impact of ESICM 2023 guidelines and the new global definition of ARDS on clinical outcomes: insights from MIMIC-IV cohort data. *Eur J Med Res.* 2025;30:51. doi:10.1186/s40001-025-02289-w.
6. Manual MSD – Versão para profissionais de saúde. Kenilworth: Merck & Co., Inc.; ©2024 [citado em 2025 abr 6].
7. Drkić TJ, Šljivo A, Ljuhar K, Tucco AA, Fetahović LH, Karamčić E, et al. Impact of continuous positive airway pressure on patient outcomes in acute cardiogenic pulmonary edema within physician-led prehospital care. *Med Sci (Basel).* 2025;13(1):5. doi: 10.3390/medsci13010005.
8. Rocha NN, Silva PL, Battaglini D, Rocco PRM. Heart-lung crosstalk in acute respiratory distress syndrome. *Front Physiol.* 2024 Oct 18;15:1478514. doi: 10.3389/fphys.2024.1478514.
9. Pham DT, Dao BN, Nguyen DT, Van Dang B, Le DT, Do HM, Hoang LT, Ngo MT, Vu DM. A rare case of acute respiratory distress syndrome due to chlorine gas inhalation: Rapid progression with favorable ICU outcome. *Respir Med Case Rep.* 2024;53:102148. doi: 10.1016/j.rmcr.2024.102148.

10. Neetz B, Flohr T, Herth FJF, Müller MM. Patient self-inflicted lung injury" (P-SILI): Von der pathophysiologie zur klinischen evaluation mit differenziertem management [Patient self-inflicted lung injury (P-SILI) : From pathophysiology to clinical evaluation with differentiated management]. *Med Klin Intensivmed Notfmed.* 2021;116(7):614-23. doi: 10.1007/s00063-021-00823-2.
11. López-Rivera F, Cintrón Martínez HR, Castillo LaTorre C, Rivera González A, Rodríguez Vélez JG, Fonseca Ferrer V, Méndez Meléndez OF, Vázquez Vargas EJ, González Monroig HA. Treatment of Hypertensive Cardiogenic Edema with Intravenous High-Dose Nitroglycerin in a Patient Presenting with Signs of Respiratory Failure: A Case Report and Review of the Literature. *Am J Case Rep.* 2019; 20:83-90. doi: 10.12659/AJCR.913250.
12. Qi B, Chen HL, Shang D, Dong Y, Zhang GX, Yu L. Effects of hypoxia-inducible factor-1 α and matrix metalloproteinase-9 on alveolar-capillary barrier disruption and lung edema in rat models of severe acute pancreatitis-associated lung injury. *Exp Ther Med.* 2014 Sep;8(3):899-906. doi: 10.3892/etm.2014.1810.
13. Seredenko MM, Shuta MG. Vikovi osoblyvosti rozvytku nabriaku lehen' v umovakh hostroi hipoksichnoï hipoksii [Age-related characteristics of lung edema formation in acute hypoxic hypoxia]. *Fiziol Zh.* 1973;19(1):39-44.
14. Bhutta BS, et al. Hypoxia. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026.
15. Diamond M, et al. Acute respiratory distress syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026.
16. Battaglini D, Ciaravolo E, Caiffa S, Delpiano L, Ball L, Vena A, et al. Systemic and cerebral effects of physiotherapy in mechanically ventilated subjects. *Respir Care.* 2023. 68(4):452-61. doi: 10.4187/respcare.10227.
17. Grotberg JC, Reynolds D, Kraft BD. Management of severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2023;27(1):379. doi:10.1186/s13054-023-04572-w.
18. Lu Z, Chang W, Jing Y, et al. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Med (Lausanne).* 2024;11:11897836. doi:10.3389/fmed.2024.11897836.
19. Gierhardt M, Pak O, Walrath D, Seeger W, Grimminger F, Ghofrani HA, et al. Impairment of hypoxic pulmonary vasoconstriction in acute respiratory distress syndrome. *Eur Respir Rev.* 2021;30(161):210059. doi:10.1183/16000617.0059-2021.
20. RECOVERY-RS Collaborators. Effect of high-flow nasal oxygen or noninvasive ventilation vs standard oxygen therapy on mortality in patients with acute respiratory failure due to COVID-19: The RECOVERY-RS Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2022;327(6):543-53. doi:10.1001/jama.2022.0190.
21. Li J, Liu S, Li Y, et al. High-flow nasal cannula versus non-invasive ventilation in patients with COVID-19 and acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2023;27(1):159. doi:10.1186/s13054-023-04443-4.
22. Mora CA, Shokouhi B. Acute hypoxemic respiratory failure. *Am Fam Physician.* 2020;101(12):730-8.
23. Sforza A, Guarino M, Cimmino CS, et al. Continuous positive airway pressure therapy in the management of hypercapnic cardiogenic pulmonary edema. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2021;91(3). doi:10.4081/monaldi.2021.1725.
24. Giani M, Fumagalli B, Cipulli F, et al. The "ZEEP-PEEP test" to evaluate the response to positive end-expiratory pressure

delivered by helmet: A prospective physiologic study. *Heliyon*. 2024;10(6):e28339. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e28339.

25. Lan L, Ni Y, Zhou Y, *et al*. PEEP-Induced Lung Recruitment Maneuver Combined with Prone Position for ARDS: A Single-Center, Prospective, Randomized Clinical Trial. *J Clin Med*. 2024 Feb 1;13(3):853. doi: 10.3390/jcm13030853. PMID: 38337547.

26. Wang R, Wang W, Tang X, Qi Z, Li T, Liu Y, *et al*. Association between ventilation-perfusion matching improvement during initial prone positioning and ICU mortality in patients with moderate to severe ARDS: a prospective two-center study. *Ann Intensive Care*. 2025;15(1):69. doi:10.1186/s13613-025-01489-1.

27. Bove AA. Pulmonary aspects of exercise and sports. *Methodist debakey cardiovasc J*. 2016;12(2):93-7. doi:10.14797/mdcj-12-2-93.

Endereço para correspondência:

Vitor Matheus Sanches
Rua do Juriti, 45 – Cohab 1
Olímpia – SP, CEP 15407-418
Brasil

E-mail: vitorsanches748@hotmail.com

Recebido em 31 de janeiro de 2026
Aceito em 22 de fevereiro de 2026