

O IMPACTO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA NA CAPACIDADE DE EXERCÍCIOS EM PACIENTES COM INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA.

Sarah Adelina de Oliveira Afonso, Carmen da Mota Dutra, Carolina Natasha dos Santos Bertolli Pennacchio, Yuri Lopes, Thalita Garcia Oliveira de Azevedo

Instituto Policlin de Ensino e Pesquisa (IPEP), Av. Nove de Julho, 430 – Vila Ady'Anna, São José dos Campos – SP 12243-001. E-mail: sarahadonaibr@gmail.com, carmencdutra@gmail.com, pennacchio@uol.com.br, _95yurilopess@gmail.com, thalita.garciaoliveira@gmail.com.

Resumo

A ventilação não invasiva (VNI) tem sido amplamente utilizada como facilitador durante exercícios em indivíduos com insuficiência respiratória crônica, pois seu uso traz alguns benefícios como a redução do esforço dos músculos respiratórios, e melhora a dispneia, possibilitando treinos mais longos e intensos. Esta revisão teve como objetivo avaliar os efeitos da VNI associada ao exercício em pacientes com insuficiência respiratória. Os resultados mostram que a técnica aumenta a tolerância ao esforço, melhora a qualidade de vida, reduz a dispneia e favorece parâmetros fisiológicos como maior consumo de oxigênio e melhor oxigenação, porém os impactos a longo prazo ainda precisam ser melhor elucidados. Conclui-se que a VNI pode ser uma estratégia útil na reabilitação pulmonar, no entanto, são necessários maiores estudos para confirmar seus efeitos e indicar em quais pacientes teremos melhores benefícios.

Palavras-chave: ventilação não invasiva; treinamento físico; insuficiência respiratória crônica; reabilitação pulmonar.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde – Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Introdução

Pacientes com insuficiência respiratória crônica frequentemente apresentam limitação ventilatória importante durante atividades físicas. Devido à obstrução ao fluxo expiratório e à complacência pulmonar reduzida, esses pacientes desenvolvem hiperinsuflação dinâmica acentuada ao se exercitarem, elevando o volume pulmonar ao final da expiração e sobrecarregando os músculos inspiratórios. Consequentemente, surgem dispnéia intensa e precoce, acompanhada de fadiga periférica, o que limita a tolerância ao exercício e dificulta a realização de treinamento físico nas intensidades recomendadas (Ambrosino & Strambi, 2004; ATS/ERS Statement, 2013). A reabilitação pulmonar é reconhecida como uma terapia fundamental na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), trazendo benefícios para melhorar a capacidade ao exercício, redução dos sintomas e consequentemente melhor qualidade de vida (ATS/ERS Statement, 2013). No entanto, muitos pacientes com DPOC grave ou outras causas de falência respiratória não conseguem sustentar exercícios em alta intensidade pelo tempo suficiente para obter ganhos funcionais ideais (Menadue et al., 2014).

Nesse contexto, a VNI surge como uma estratégia adjuvante para aliviar a sobrecarga do sistema respiratório durante o exercício, pois fornece suporte ventilatório por meio de pressões positivas aplicadas através de uma interface não invasiva, reduzindo o esforço dos músculos ventilatórios e atenuando a hiperinsuflação pulmonar durante a atividade (Menadue et al., 2014; Xiang et al., 2021). A aplicação de uma pressão de suporte inspiratório auxilia no aumento do volume corrente a cada respiração, enquanto uma pressão positiva expiratória final externa (PEEP) pode contrabalançar a PEEP intrínseca (auto-PEEP), diminuindo o trabalho respiratório e melhorando a ventilação alveolar (Schneeberger et al., 2023; Chen et al., 2024).

Portanto, teoricamente, a VNI durante os exercícios poderia postergar a ocorrência de dispneia limitante, permitindo que pacientes com insuficiência respiratória crônica se exercitem por períodos

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

mais longos ou em intensidades mais altas antes de atingir a exaustão (Menadue et al., 2014; Xiang et al., 2021). Além disso, melhorias nas trocas gasosas, como elevação da pressão parcial de oxigênio (PaO_2) e redução da pressão parcial do dióxido de carbono (PaCO_2), podem ocorrer com o suporte ventilatório, otimizando a oferta de oxigênio aos músculos em atividade (Chen et al., 2024; Schneeberger et al., 2023).

Nas últimas décadas, diversos estudos investigaram se o uso de VNI junto ao treinamento físico em programas de reabilitação pulmonar de pacientes respiratórios traria benefícios adicionais em comparação ao treinamento convencional sem suporte ventilatório (Xiang et al., 2021; Chen et al., 2024). Ensaios clínicos iniciais sugeriram que a VNI durante sessões de exercício agudo reduzia a dispneia e aumentava a capacidade de exercício dos pacientes com DPOC (Menadue et al., 2014). Entretanto, havia dúvida se a aplicação repetitiva da VNI a cada sessão de treinamento ao longo de semanas resultaria em melhorias funcionais significativas — por exemplo, em testes de campo ou qualidade de vida — ou se esses efeitos agudos se traduziriam em adaptações crônicas relevantes (Schneeberger et al., 2023).

Revisões sistemáticas anteriores apresentaram resultados ainda inconclusivos, apontando limitações metodológicas e amostras pequenas. Diante de novos estudos e meta-análises publicados nos últimos anos, faz-se necessária uma atualização do estado da arte sobre o tema (Xiang et al., 2021; Chen et al., 2024; Schneeberger et al., 2023). Este artigo tem como objetivo revisar criticamente as evidências científicas recentes acerca do impacto da VNI utilizada durante exercícios físicos em pacientes com insuficiência respiratória crônica, abordando seus efeitos na tolerância ao esforço e em desfechos funcionais, bem como discutir possíveis mecanismos e aplicações clínicas.

Metodologia

Foi conduzida uma revisão narrativa da literatura abrangendo publicações dos últimos cinco anos (2020 a 2025), complementada por referências seminais fora desse período para contextualização. A busca foi realizada nas bases de dados *United States National Library of Medicine* (PubMed), *Cochrane Library* e *Scopus*, utilizando os termos (palavras-chave) “ventilação não invasiva”, “treinamento físico” e “insuficiência respiratória crônica”, bem como seus equivalentes em Inglês. Os critérios de inclusão englobam estudos clínicos envolvendo pacientes com insuficiência respiratória crônica (definida, por exemplo, por PaCO_2 cronicamente elevada ou necessidade de suporte ventilatório domiciliar) submetidos a programas de treinamento físico (endurance contínuo ou intervalado, em bicicleta ergométrica, esteira ou marcha) com uso concomitante de VNI, comparados a treinamento similar sem VNI. Foram priorizados os desenhos de maior nível de evidência, em especial ensaios clínicos randomizados (Schneeberger et al., 2023), além de revisões sistemáticas e meta-análises recentes sobre o tema (Menadue et al., 2014; Xiang et al., 2021; Chen et al., 2024). Estudos observacionais foram considerados complementarmente quando forneciam dados de segurança ou subgrupos.

Foram aplicados critérios de exclusão para garantir relevância e consistência dos estudos: foram desconsiderados trabalhos realizados em cenários agudos ou com pacientes em ventilação invasiva, pós-operatório imediato ou em uso de VNI apenas como suporte de resgate; estudos que não aplicaram VNI durante o exercício ou que utilizaram apenas oxigenoterapia, alto fluxo nasal ou outros suportes sem braço comparável; protocolos sem treinamento físico estruturado ou sem grupo comparador equivalente; populações fora do escopo, como pediatria ou condições predominantemente não ventilatórias; trabalhos sem desfechos de exercício, sintomas ou parâmetros fisiológicos de esforço; relatos de caso e séries pequenas, cartas, editoriais e revisões narrativas sem dados originais; duplicatas, sobreposição de amostras, textos completos indisponíveis ou publicados em idiomas não compatíveis; e publicações fora da janela de cinco anos, com exceção das referências seminais utilizadas para fundamentação fisiopatológica e metodológica.

Realizou-se extração qualitativa dos resultados e conclusões desses estudos. A qualidade metodológica e risco de viés dos ensaios clínicos randomizados (ECRs) foram considerados a partir das informações presentes nas revisões e nos próprios artigos. Os desfechos de interesse concentraram-se em medidas de capacidade de exercício (por exemplo: distância no teste de caminhada de 6 minutos, tempo de endurance em cicloergômetro, carga máxima atingida, $\text{VO}_{2\text{pico}}$), em sintomas (escala de dispneia, fadiga de membros inferiores) e em desfechos funcionais como

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

índices de qualidade de vida relacionada à saúde (ATS/ERS, 2013). Sempre que possível, privilegiou-se o reporte de diferenças absolutas ou relativas entre grupos VNI vs controle e seus intervalos de confiança, conforme apresentados nas meta-análises, a fim de avaliar a magnitude clínica dos efeitos. Esta revisão baseou-se integralmente em dados de trabalhos publicados – não houve coleta de dados primários de pacientes – e seguiu princípios éticos de citação e atribuição de fontes conforme as diretrizes científicas vigentes.

Resultados

A síntese dos resultados está apresentada nas tabelas a seguir, divididas conforme o tipo de referência analisado. A tabela 1 sintetiza os ensaios clínicos avaliados, a tabela 2 sintetiza os resultados das revisões sistemáticas e meta-análises utilizadas e a tabela 3 considera as diretrizes e fundamentos, todas apresentando dados de autoria, título, ano de publicação e periódico, bem como objetivos e resultados encontrados.

Tabela 1. Síntese dos estudos de intervenção (ECR/ensaio)

Autor, periódico, país, ano e título	Objetivo(s)	Principais resultados
Bonnevie T. et al. J Clin Med, —, 2020. “NIV is not adequate for high-intensity endurance exercise in COPD due to ventilator limitations”. DOI: 10.3390/jcm9041054	Testar a VNI durante exercício de alta intensidade em pacientes com DPOC, avaliando endurance e tolerância ao esforço.	Não houve ganho de endurance com VNI em alta intensidade. Autores atribuem resultado a limitações do ventilador/interface (pressão/vedação). Implicação: parâmetros e conforto são críticos em cargas muito altas.
Schneeberger T. et al. BMJ Open Respir Res, —, 2023. “High-intensity NIV during exercise training versus without in very severe COPD with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized trial”. DOI:10.1136/bmjresp-2023-001913	Comparar treinamento com VNI de alta intensidade (IPAP≈26/EPAP≈6 cmH ₂ O) versus sem VNI por 3 semanas em DPOC muito grave e hipercápnica.	Desfecho primário (tempo de endurance): sem diferença significativa entre grupos. Dispneia no iso-tempo e durante as sessões, menor com VNI; maioria dos pacientes preferiu treinar com VNI.

Fonte: Autores (2025)

Tabela 2. Síntese das revisões sistemáticas e meta-análises

Autor, periódico, país, ano e título	Objetivo(s)	Principais resultados
Menadue C. et al. Cochrane Database Syst Rev, —, 2014. “Non-invasive ventilation during exercise training for people with COPD”. DOI: 10.1002/14651858.CD007714.pub2	Avaliar efeitos da VNI durante treinamento/exercício em DPOC (síntese de estudos).	Efeito agudo: melhora de capacidade e menor dispneia. Lacunas: poucos estudos, amostras pequenas; incerteza sobre benefícios duradouros e QVRS.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Xiang G. et al. Ann Phys Rehabil Med, —, 2021. “Non-invasive ventilation during exercise training in COPD: a systematic review and meta-analysis”.

DOI: 10.1016/j.rehab.2020.101460

Quantificar o efeito da VNI como adjuvante do treinamento em DPOC.

Ganhos modestos porém significativos em 6MWD (~25–30 m) e redução de dispneia. Heterogeneidade de protocolos (pressões, interfaces, tipo de treino).

Chen X. et al. BMC Medicine, —, 2024. “Efficacy of respiratory support therapies during pulmonary rehabilitation exercise training in COPD patients: a systematic review and network meta-analysis”.

DOI: 10.1186/s12916-024-03605-7

Comparar, em rede, diferentes suportes respiratórios durante PR para DPOC.

A VNI de dois níveis (NPPV) foi a intervenção superior para melhorar capacidade de exercício (6MWD, carga pico, endurance), dispneia e parâmetros fisiológicos (VO_2 pico, V_t , VE , lactato), especialmente em GOLD III/IV.

Fonte: Autores (2025)

Tabela 3. Diretrizes e fundamentos (fisiopatologia, seleção e prática clínica)

Autor, periódico, país, ano e título	Objetivo(s)	Principais resultados
ATS/ERS Statement. Am J Respir Crit Care Med, —, 2013. “Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation”.	Consolidar conceitos, componentes e indicações da Reabilitação Pulmonar (RP).	RP como pilar do manejo de DPOC: treinamento físico, educação e suporte. Base de evidência para ganhos funcionais e integração com adjuvantes como VNI em casos selecionados.
DOI: 10.1164/rccm.201309-1634ST.		
Macrea M. et al. Am J Respir Crit Care Med, —, 2020. “Long-term noninvasive ventilation in chronic stable hypercapnic COPD: ATS guideline”.	Emitir recomendações para VNI crônica em DPOC hiperclânica estável.	Recomenda VNI noturna (condicional); rastrear AOS; evitar iniciar VNI de longa duração durante exacerbação; mirar redução/normalização da $PaCO_2$. Ajuda a selecionar perfis que também podem se beneficiar de VNI no treino.
DOI: 10.1164/rccm.202006-2382ST		
Ambrosino N.; Strambi S. Eur Respir J, —, 2004. “New strategies to improve exercise tolerance in COPD”.	Revisar fisiopatologia (hiperinflução dinâmica/auto-PEEP) e estratégias para melhorar tolerância ao exercício.	VNI pode descarregar a bomba ventilatória, reduzir hiperinflação e trabalho respiratório, oferecendo base mecânica para seu uso como adjuvante ao treinamento.
DOI: 10.1183/09031936.04.00002904.		

Fonte: Autores (2025)

Discussão

Os estudos apontam a VNI como recurso capaz de reduzir a limitação ventilatória que interrompe o treino em pacientes com insuficiência respiratória crônica, especialmente na DPOC avançada. Ao aumentar o volume corrente e atenuar a hiperinflação dinâmica, a VNI diminui o trabalho respiratório e a dispneia, permitindo que o paciente suporte cargas de treino com mais conforto e segurança

(Ambrosino & Strambi, 2004; ATS/ERS, 2013).

As evidências mostram ganhos funcionais modestos, mas significativos, como maior distância caminhada, melhora de endurance e redução da dispneia (Xiang et al., 2021). Revisões recentes destacam a VNI de dois níveis como a estratégia mais eficaz, principalmente em pacientes classificados pelo sistema GOLD - que fornece diretrizes internacionais para o diagnóstico, tratamento e gestão da DPOC classificando a doença em quatro estágios de gravidade - como GOLD III/IV, enquanto em casos muito graves os efeitos sobre endurance podem ser limitados, mas ainda assim há melhor aceitação e menor desconforto (Chen et al., 2024; Schneeberger et al., 2023). Por outro lado, parâmetros inadequados ou limitações do equipamento e da interface podem neutralizar os benefícios, o que reforça a importância do ajuste individualizado (Bonnievie et al., 2020).

Apesar do potencial, a literatura ainda apresenta limitações como amostras pequenas, protocolos heterogêneos e curta duração dos ensaios (Menadue et al., 2014). Até que estudos maiores tragam evidências mais robustas, a VNI deve ser utilizada de forma criteriosa e personalizada, especialmente em pacientes graves, como complemento que potencializa a Reabilitação Pulmonar, e não como substituto desta.

Corroborando com estes estudos, o uso de ventilação não invasiva durante o exercício se apresenta como uma estratégia eficaz para aumentar a tolerância ao esforço e reduzir a dispneia em pacientes com insuficiência respiratória crônica, particularmente naqueles com DPOC avançada. Embora os ganhos funcionais sejam, em geral, modestos, eles possuem relevância clínica significativa, favorecendo maior adesão e engajamento nas sessões de reabilitação pulmonar. Os benefícios são mais pronunciados em situações em que a limitação ao exercício é predominantemente ventilatória, como em casos de hiperinsuflação dinâmica e hipercapnia, desde que os parâmetros da VNI sejam cuidadosamente ajustados de forma individualizada.

Conclusão

Evidenciamos que ainda existem lacunas importantes quanto aos efeitos a longo prazo e à relação custo-efetividade, ressaltando a necessidade de estudos mais consistentes. Até que evidências adicionais estejam disponíveis, a aplicação criteriosa e personalizada da VNI pode transformar treinos limitados por dispneia em sessões mais produtivas, consolidando-se como um recurso valioso no arsenal da reabilitação pulmonar.

Referências

AMBROSINO N, STRAMBI S. **New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease.** Eur Respir J. 2004;24(2):313-322.

ATS/ERS STATEMENT. **Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation.** Am J Respir Crit Care Med. 2013;188(8):e13-e64.

BONNEVIE T, GRAVIER FE, FRESNEL E, ET AL. **NIV is not adequate for high-intensity endurance exercise in COPD due to ventilator limitations.** J Clin Med. 2020;9(4):1054.

CHEN X, XU L, LI S, ET AL. **Efficacy of respiratory support therapies during pulmonary rehabilitation exercise training in COPD patients: a systematic review and network meta-analysis.** BMC Med. 2024;22(1):389.

MACREA M, OCZKOWSKI S, ROCHWERG B, ET AL. **Long-term noninvasive ventilation in chronic stable hypercapnic COPD. An official ATS clinical practice guideline.** Am J Respir Crit Care Med. 2020;202(4):e74–e87.

MENADUE C, PIPER AJ, VAN 'T HUL AJ, WONG K, ET AL. **Non-invasive ventilation during exercise training for people with COPD.** Cochrane Database Syst Rev. 2014;(5):CD007714.

*A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO***

SCHNEEBERGER T, DENNIS CJ, JAROSCH I, ET AL. **High-intensity NIV during exercise training versus without in very severe COPD with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized trial.** BMJ Open Respir Res. 2023;10(1):e001913.

XIANG G, WU Q, WU X, ET AL. **Non-invasive ventilation during exercise training in COPD: a systematic review and meta-analysis.** Ann Phys Rehabil Med. 2021;64(6):101460.