



Data de Submissão: 06/01/2025
Data de Aprovação: 17/01/2025

RESENHA

Resenha do artigo - O que todo pediatra precisa saber a respeito de ventilação mecânica

Review of the article - What every paediatrician needs to know about mechanical ventilation

Ligia Febraro¹, Vanessa Soares Lanziotti^{2,3}

É indiscutível que a ventilação mecânica invasiva (VMI) é uma das intervenções mais praticadas em pacientes graves em unidades de terapia intensiva pediátrica (UTIP), sobretudo naqueles com insuficiência respiratória aguda (IRA). Nas últimas décadas, o conhecimento técnico a respeito dos aparelhos de ventilação mecânica avançou de forma significativa, mas, junto com ele, também aprendeu-se sobre seus efeitos adversos, principalmente quando utilizada de forma inadequada, ignorando a individualidade da mecânica respiratória de cada paciente. O presente artigo aborda a falta de conhecimento do pediatra a respeito da mecânica ventilatória, que pode levar a malefícios da VMI em detrimento de seus benefícios. É preciso individualizar os parâmetros da ventilação para cada paciente e, assim, evitar uma assistência ventilatória excessiva ou insuficiente, a qual pode resultar em basicamente três tipos de lesão: lesão pulmonar induzida pela ventilação (VILI), lesão pulmonar autoinduzida pelo paciente (P-SILI) e lesão diafragmática induzida pela ventilação (VIDD).

O artigo ressalta a importância de conhecer a fisiologia básica da mecânica ventilatória para mantermos adequadamente um paciente em VMI. Um dos conceitos essenciais apresentado é o de fluxo de ar. Toda movimentação de ar depende da existência de

um gradiente de pressão. Sendo assim, o ventilador, para permitir a chegada de fluxo aos alvéolos, precisa produzir uma pressão positiva (pressão de pico inspiratório) que seja capaz de vencer a pressão elástica pulmonar e a pressão resistiva das vias aéreas do paciente. A elastância pulmonar do paciente (capacidade do pulmão de retornar ao seu volume inicial após sofrer distensão, ou seja, o quão rígido é esse pulmão) pode influenciar esse gradiente de pressão. Outro conceito fundamental a ser reconhecido é o de pressão expiratória final positiva (PEEP), que é a pressão mantida ao final da expiração para evitar o colapso alveolar. Já a pressão de pico inspiratória é a pressão máxima realizada para vencer a pressão resistiva das vias aéreas. Entretanto, a pressão que efetivamente chega a nível alveolar é chamada de pressão de platô, e a pressão responsável por verdadeiramente distender os alvéolos é chamada de pressão transpulmonar ao final da inspiração, que é resultante da diferença entre a pressão de platô e a pressão pleural (força contrária à pressão de platô) e reflete o estresse ocasionado pela distensão alveolar. Para detectar esse excesso de estresse pulmonar podemos calcular o *driving pressure*, ou seja, a diferença entre a pressão de pico inspiratória e a PEEP.

¹ Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira - Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPMG-UFRJ), Residência Médica em Pediatria (em andamento) - Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil.

² Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira - Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPMG-UFRJ), Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica - Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil.

³ Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira - Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPMG-UFRJ), Unidade de Pesquisa Clínica - Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil.

Endereço para correspondência:

Vanessa Soares Lanziotti.

Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira - IPPMG. Rua Bruno Lobo, 50, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 21941-912. E-mail: vslanziotti@gmail.com

O artigo aborda os mais importantes mecanismos de lesão pulmonar induzidos por uma ventilação mecânica inadequada:

1. Lesão pulmonar induzida por ventilação (VILI): pode ser causada pelo que conhecemos como “barotrauma” (quando é utilizada ventilação com altas pressões de pico inspiratórias), “volutrauma” (causado por um volume corrente excessivo), “atelectrauma” (atelectasias levando à sobredistensão compensatória dos demais alvéolos não atelectasiados) e, por fim, “biotrauma” (causado pela própria atelectasia ou sobredistensão alveolar em si, com consequente liberação de mediadores inflamatórios que podem atingir a circulação sistêmica).
2. Lesão pulmonar autoinduzida pelo paciente (P-SILI): causada pela ventilação espontânea. Permitir que o paciente ventile espontaneamente tem os seus benefícios, mas se realizada de maneira intensa e sustentada pode lesionar o pulmão. Dentro desse contexto, é importante conhecer o conceito de “pendelluft”, o qual engloba o movimento de ar transitório das regiões pulmonares menos lesionadas e com maior complacência em direção às com maior lesão e menor complacência, distendendo-as excessivamente e aumentando a injúria. O artigo menciona um estudo randomizado em que o uso de ventilação não invasiva, dependente de ventilação espontânea, pré-intubação, ocasionou piores desfechos, o que supostamente pode ser explicado pelo processo de P-SILI sofrido por esses pacientes.
3. Disfunção diafragmática induzida por ventilação (VIDD): assistência excessiva e tempo prolongado de VMI levando à atrofia diafragmática por inutilização do músculo, ou assistência ventilatória insuficiente levando a uma sobrecarga compensatória do diafragma induzindo inflamação e espessamento desse (o grau de espessamento do diafragma pode ser definitivo para o processo de extubação e a necessidade prolongada de VNI pós-extubação). Outros mecanismos de lesão diafragmática incluem as assincronias entre o paciente e o ventilador e a manutenção de altos níveis de PEEP com consequente atrofia diafragmática.

Esses três mecanismos de lesão podem coexistir, e é necessário encontrar um equilíbrio na titulação da assistência ventilatória para evitá-los, que varia de acordo com a fase da doença pulmonar em que se encontra o paciente, existindo estratégias específicas para reduzi-los (Figura 1).

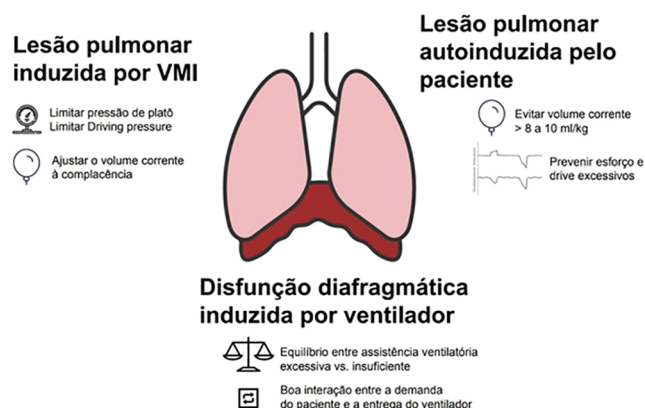


Figura 1. Sumário gráfico das principais abordagens para limitar a lesão pulmonar induzida por ventilação (*Ventilator-induced lung injury* - VILI), disfunção diafragmática induzida por ventilação (*Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction* - VIDD), e lesão pulmonar autoinduzida pelo paciente (*Patient self-inflicted lung injury* - P-SILI).

A fim de se evitar a VILI, especialmente naqueles pacientes com complacência pulmonar reduzida, como na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo Pediátrico (*Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome* - PARDS), recomenda-se um volume corrente menor, idealmente em torno de 6ml/kg, evitando a ventilação excessiva. Além disso, pacientes com menor complacência tendem a ter uma *driving pressure* maior, aumentando o risco de VILI. Portanto, idealmente, deve-se oferecer uma *driving pressure* menor do que 15cmH₂O limitando as pressões inspiratórias (pressão de platô máxima de 28cmH₂O) e oferecendo uma PEEP mais alta (evita o colapso pulmonar, promovendo uma ventilação mais homogênea da via aérea, evitando atelectasias e hiperdistensão compensatória de áreas sadias). A PEEP ideal é aquela que permite um menor número possível de alvéolos colabados e hiperdistendidos, permitindo uma redistribuição pulmonar homogênea, e que atinge o ponto de maior complacência possível (alvéolos colabados e hiperdistendidos reduzem a complacência). Podemos titular o PEEP a partir da tabela de combinações de PEEP e FiO₂ inicialmente e, posteriormente, individualizar sua titulação buscando o equilíbrio entre hemodinâmica e oxigenação. As manobras de recrutamento pulmonar podem nos ajudar a identificar quais os pacientes que podem se beneficiar de valores mais altos de PEEP. Essa estratégia protetora é mais facilmente alcançada ao ventilar em modo pressão controlada (PCV): definem-se as pressões inspiratórias, enquanto o volume corrente dependerá da complacência e da resistência do sistema respiratório. A pressão de platô pode ser medida realizando-se uma pausa manual ao final da inspiração (fluxo zerado).

Em relação à P-SILI, o ideal seria quantificar objetivamente o esforço respiratório do paciente avaliando, por exemplo, a pressão esofágica durante a inspiração, ou recorrendo a alternativas não invasivas, como a medição da pressão de oclusão (P_{oc}) disponível em alguns ventiladores. Deve-se evitar volumes correntes acima de 8 a 10ml/kg se respiração espontânea, otimizar a sedação, ajustar a PEEP para valores maiores, e diminuir o esforço inspiratório do paciente fazendo-o assumir o controle total da ventilação, utilizando o modo volume controlado. E, claro, realizar avaliações diárias da prontidão do paciente para a extubação por meios de testes de respiração espontânea, reduzindo também o risco de VIDD.

O artigo é finalizado lembrando-se de que a ventilação mecânica é uma “faca de dois gumes”. Sua importância e benefícios são inegáveis, podendo salvar a vida de crianças

criticamente enfermas, sobretudo em insuficiência respiratória. Entretanto, sem um conhecimento básico da fisiologia e mecânica respiratórias e de como adequar a ventilação às individualidades e necessidades de cada paciente, seus efeitos colaterais podem se sobrepor aos seus benefícios, contribuindo para uma pior evolução clínica. Para evitar isso, os conceitos atuais buscam compreender cada vez mais como atingir um equilíbrio entre a assistência ventilatória excessiva e a insuficiente.

REFERÊNCIA

1. Ter Horst J, Rimensberger PC, Kneyber MCJ. What every paediatrician needs to know about mechanical ventilation. *Eur J Pediatr*. 2024 Dec;183(12):5063-70. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-024-05793-z>.