

Avaliação dos efeitos hemodinâmicos da VAFO na síndrome de angústia respiratória grave – relato de caso

Evaluation of the hemodynamic effects of HFOV in severe respiratory distress syndrome – case report

Évelim Leal de Freitas Dantas Gomes¹; Denise Rolim Leal de Medeiros²; Andréia Watanabe³; Lucília Santana Faria⁴

¹Doutoranda em Ciências da Reabilitação – Uninove, Professora da graduação em Fisioterapia – Uninove. São Paulo, SP – Brasil.

²Mestranda em pediatria – USP e Fisioterapeuta do Hospital Sírio Libanês. São Paulo, SP – Brasil.

³Mestre em Pediatria – USP e Pediatra da UTI pediátrica do Hospital Sírio Libanês. São Paulo, SP – Brasil.

⁴Mestre em Pediatria – USP e Coordenadora Médica da UTI pediátrica do Hospital Sírio Libanês. São Paulo, SP – Brasil.

Endereço para correspondência

Évelim Leal de Freitas Dantas Gomes
Av. Francisco Matarazzo, 612
05001-100 – São Paulo – SP [Brasil]
eveliml@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: A síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) é uma condição clínica grave, e a ventilação mecânica é a terapia de suporte nessa situação. A ventilação de alta frequência oscilatória (VAFO) pode ser considerada uma estratégia de ventilação pulmonar protetora ideal; no entanto, alguns estudos indicam que ela pode provocar deterioração hemodinâmica. **Objetivo:** Avaliar os efeitos hemodinâmicos da VAFO. **Método:** Relato de caso de uma menina de 1 ano de idade, com SDRA sem resposta ao tratamento convencional, evoluindo para deterioração hemodinâmica. **Resultados:** Após a VAFO houve melhora nas variáveis hemodinâmicas, desmame de drogas vasoativas e aumento da diurese. O índice de oxigenação (IO) reduziu mais de 50% nas primeiras 24 horas. A VAFO foi utilizada durante 11 dias com o retorno à ventilação mecânica convencional em parâmetros mínimos. **Conclusão:** A VAFO pode ser usada como terapia de resgate mesmo que as condições hemodinâmicas não sejam favoráveis em paciente com SDRA grave.

Descritores: Síndrome do desconforto respiratório agudo; Ventilação de alta frequência oscilatória; Ventilação mecânica.

Abstract

Introduction: Acute respiratory distress syndrome (ARDS) is a severe medical condition, and mechanical ventilation is a supportive therapy in this situation. The high-frequency oscillatory ventilation (HFOV) may be considered an ideal lung protective ventilation strategy; however, some studies indicate that may cause hemodynamic deterioration. **Objective:** To evaluate the hemodynamic effects of HFOV. **Method:** Case report of a girl of 1 year of age with ARDS unresponsive to conventional treatment with evolving hemodynamic deterioration. **Results:** After HFOV there was in improvement in hemodynamic variables, weaning of vasoactive drugs and increase on diuresis. The oxygenation index (OI) dropped more than 50% in the first 24 hours. HFOV was used for 11 days with a return to conventional ventilation in minimum parameters. **Conclusion:** HFOV can be used as rescue therapy even if the hemodynamic conditions are not favorable in patients with severe ARDS.

Key words: Acute Respiratory Distress Syndrome; High-frequency oscillation ventilation; Ventilation, mechanical.

Introdução

A síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) é uma condição clínica que está associada a uma alta mortalidade. Diferentes estratégias protetoras de ventilação pulmonar tiveram um impacto importante na mortalidade em SDRA¹⁻⁵.

A lesão pulmonar aguda (LPA) e a SDRA têm múltiplas etiologias e são caracterizadas por inflamação do endotélio vascular do pulmão, resultando em edema não cardiogênico, hipertensão, hipoxemia e diminuição da complacência³. Esse aumento da pressão das artérias pulmonares associada à resposta inflamatória sistêmica promove um desequilíbrio no funcionamento cardiovascular e instabilidade hemodinâmica. Os efeitos da pressão positiva sobre a função cardiovascular é dependente da pressão transpulmonar e com a complacência pulmonar diminuída essa pressão é menos transmitida aos grandes vasos, levando a um menor comprometimento do débito cardíaco (DC).

O débito cardíaco é difícil de ser avaliado em crianças pequenas e, muitas vezes, a pressão arterial e a frequência cardíaca são os únicos meios disponíveis de avaliação da função cardiovascular⁶.

A ventilação mecânica (VM) pode resultar em barotrauma ou volutrauma quando os volumes e as pressões transmitidas para o pulmão lesado são direcionados para uma pequena área funcional. Além disso, o resultado das forças de cisalhamento nas unidades pulmonares pode ocasionar um atelectrauma. Todos esses tipos de lesões também podem levar à liberação de citocinas e ter efeitos adversos a níveis sistêmicos, contribuindo para o desenvolvimento da falência múltipla de órgãos⁷. A presença de falência múltipla de órgãos em crianças contribui significativamente para a mortalidade em SDRA².

A VAFO é um modo ventilatório promissor que, entretanto, pode influenciar na mortalidade em pacientes com SDRA. Pesquisas têm demonstrado diferenças significativas na mortalidade associada a diferentes estratégias ventilatórias^{7,8}. O

desafio parece ser realizar uma seleção adequada dos pacientes para identificar os que podem se beneficiar da VAFO e os que podem se favorecer da ventilação convencional (CV)¹. As crianças com insuficiência respiratória pura são significativamente mais prováveis de melhorar com a VAFO em relação a todos os outros pacientes com acometimento de diversos órgãos².

Neste artigo, relata-se o caso de uma criança com doença pulmonar grave, que teve uma melhora nos parâmetros hemodinâmicos e na diurese apenas com a mudança da estratégia ventilatória.

Métodos

Este trabalho, caracterizado como relato de caso, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Sírio Libanês (COEP/HSL), sendo aprovado sob o protocolo nº 2009/03-HSL e, foi realizado após autorização do responsável pelo paciente, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme determinações para pesquisas com seres humanos da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Estudou-se uma menina nascida a termo, 1 ano de idade, com histórico de síndrome Allagyle, rim único esquerdo, hipertensão arterial, raquitismo relacionado à vitamina D e traqueostomia, internada com febre e tosse seca irritativa, sem aumento da quantidade de secreção pulmonar e com diarreia. Clinicamente, ela estava em nebulização contínua com 5 l/min de oxigênio, por apresentar taquipneia, expiração prolongada e broncoespasmo. Inicialmente, foi adotada terapia sintomática com solumedrol inalatório, fisioterapia respiratória e curtos períodos de ventilação mecânica.

Após 48 horas, evoluiu com piora do broncoespasmo, escape de ar pela traqueostomia e exacerbação da tosse, impedindo a ventilação com pressão positiva em decorrência de aprisionamento aéreo.

Após 96 horas, houve deterioração das trocas gasosas e hipoxemia grave. A radiogra-

fia de tórax e a tomografia computadorizada de alta resolução (Figuras 1 e 2) mostraram colapso alveolar heterogêneo bilateral e opacidades em vidro fosco. A relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ inicial foi 62, e o índice de oxigênio (IO) = 71,4, $\text{PaCO}_2 = 166$, $\text{pH} = 6,83$, caracterizando falha da ventilação mecânica convencional com estratégia protetora, mesmo no modo PCV, $\text{PC} = 20$, $\text{VT} = 6,5 \text{ ml / kg}$, $\text{PEEP} = 16$, $\text{FiO}_2 = 1,0$, $\text{F} = 30$, $\text{Ti} = 0,67$. Hemodinamicamente, a criança apresentava-se instável apesar do suporte inotrópico.

A criança apresentou grande instabilidade hemodinâmica, hipoxemia e bradicardia com necessidade de ressuscitação cardiopulmonar.

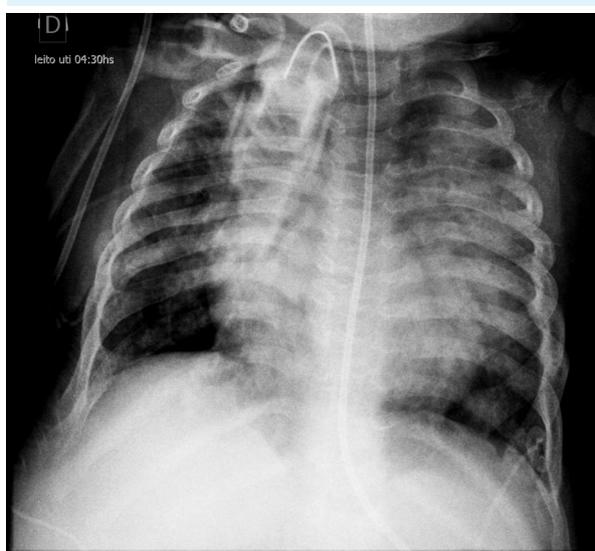


Figura 1: Radiografia de tórax mostrando colapso alveolar heterogêneo bilateral



Figura 2: Tomografia computadorizada de alta resolução mostrando colapso pulmonar e opacidade em vidro fosco

Resultados

Uma hora após a instalação da VAFO com Sensormedics 3100A (Sensormedics Criticare Corporation Yorba Linda, CA), a gasometria arterial apresentou os seguintes valores: $\text{Ph} = 7,48$, $\text{PaCO}_2 = 26$, $\text{PaO}_2 = 62$, $\text{Sat O}_2 = 90\%$, $\text{IO} = 33,3$, e melhora hemodinâmica (Tabela 1). A Figura 3 mostra a evolução dos valores do IO em todos os dias de suporte ventilatório.

Tabela 1: Parâmetros ventilatórios e hemodinâmicos pré, pós 1 hora e pós 11 dias de VAFO

Parâmetros	Pré VAFO	Pós VAFO (1 hora)	Pós VAFO (11 dias)
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	62	105	270
IO	71,42	33,33	7,05
Débito urinário (ml/kg/h)	1,5	11	2,6
Dobutamina (mcg/kg/min)	20	7,5	0
Furosemida (mg/kg/dia)	9,5	7,0	0
Pressão arterial sistólica (PAS) mmHg	62	100	105
Pressão arterial diastólica (PAD) mmHg	16	45	47
Pressão média de via aérea (MAP) cmH_2O	30	35	16
FiO_2	1,0	0,4	0,3

Legenda: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ – relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$; IO – Índice de oxigenação; FiO_2 – Fração inspirada de oxigênio.

A dobutamina foi interrompida no terceiro dia de VAFO; e a furosemida, no quinto dia. Os níveis de pressão arterial sistêmica se mantiveram normais com tendência a hipertensão até a alta hospitalar com necessidade de retorno dos anti-hipertensivos que a criança já fazia uso anteriormente. A VAFO foi utilizada por 11 dias, até a normalização das trocas gasosas e melhora da paciente comprovada pela tomografia computadorizada (Figura 4), retornando à ventilação mecânica convencional com sucesso.

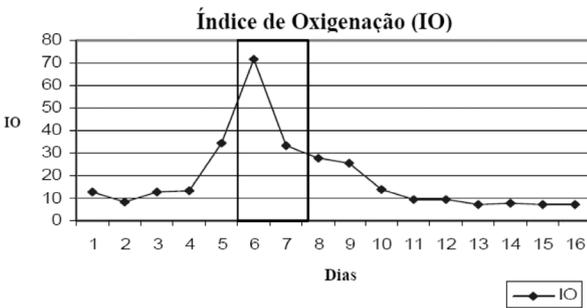


Figura 3: IO ao longo dos dias de suporte ventilatório

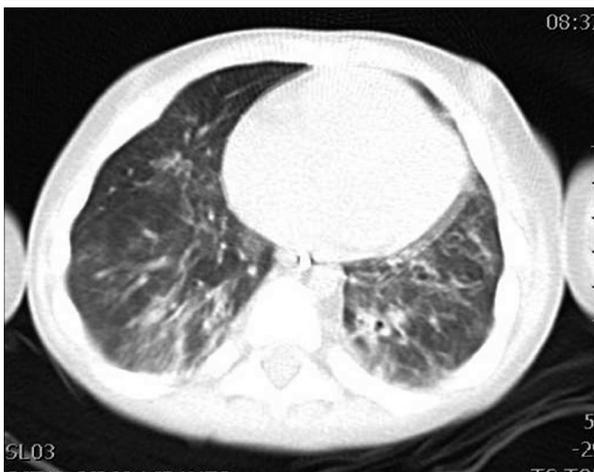


Figura 4: Tomografia computadorizada de alta resolução mostrando melhora da paciente com redução do colapso alveolar inicial após 11 dias de VAFO

Discussão

A ventilação de alta frequência oscilatória utiliza frequências respiratórias mais de 4 vezes maiores (e até 250 vezes), do que a frequência respiratória normal e oferta pequenos volumes correntes. O principal objetivo é otimizar as trocas gasosas sem lesar o parênquima pulmonar, ofertando volumes pulmonares menores do que a ventilação mecânica convencional (VMC). A VM convencional objetiva manter o volume corrente próximo ao observado durante a ventilação espontânea ou volumes maiores para alcançar um pH normal.

Na SDRA a complacência pulmonar é reduzida e um alto nível de pressão é necessário

para ventilar esses pacientes^{8, 9}. A depressão cardiovascular decorrente da pressão positiva elevada durante VMC em pulmões com complacência normal está bem documentada e tem sido atribuída a uma variedade de efeitos sobre o coração e vasos de forma direta e por efeitos mediados por fatores humorais. A redução do débito cardíaco (DC) pode ser devido à diminuição da frequência cardíaca, da pré-carga e da contratilidade, bem como aumento na pós-carga⁶. Neste estudo, o resultado reflete comprometimento hemodinâmico em ventilação pulmonar protetora convencional, que usa pressão positiva no final da expiração (*positive end-expiratory pressure* – PEEP) e manobras de recrutamento em conjunto com pressão e volume de ventilação limitada, com volumes reduzidos (6,0 ml/kg de peso corporal previsto, de acordo com pressão de platô e pH). A segurança das manobras de recrutamento também requer uma avaliação cuidadosa e é bem documentada em pacientes adultos⁷; porém, mais estudos devem ser realizados em crianças, especialmente porque efeitos sobre a hemodinâmica, como dessaturação transitória e hipotensão podem ocorrer⁸.

O efeito sobre o uso de drogas vasoativas é pouco documentado. Os resultados, neste estudo, mostram uma melhora em relação à diurese e uma redução na dose e retirada de drogas apenas com a mudança do modo ventilatório. A melhoria da hemodinâmica pode ser explicada, segundo estudo de Traverse et al.⁶, em que observaram uma diminuição no DC no pulmão normal, pois a pressão é transmitida para os grandes vasos e para o coração de uma forma direta. Quando a complacência pulmonar foi reduzida com na SDRA, o DC só se reduziu com um alto nível de pressão média das vias aéreas (MAP). A diminuição da complacência pulmonar acarreta uma atenuação na transmissão da pressão das vias aéreas para as estruturas vasculares intratorácicas.

Na criança analisada neste estudo, a TC e o IO revelaram a gravidade da lesão pulmonar. Nenhum dos estudos avaliou um IO maior que 49, o da paciente em questão foi

71,4. Normalmente, a pressão arterial é utilizada para avaliar a função cardíaca, neste relato analisaram-se ainda o suporte inotrópico e débito urinário para estimar a função cardíaca e renal. Os resultados desta pesquisa são opostos a dois estudos pediátricos^{10,11} nos quais também se encontraram reduções significativas nas no DC por medida não-invasiva em crianças que passaram da VMC para VAFO.

Mehta et al.¹² verificaram alterações hemodinâmicas, após VAFO, com uma redução de DC, diminuição do IO, mas não até valores de normalidade^{5,6}. O IO é o melhor critério para avaliar a sobrevivência, a criança estudada, em 24 horas, apresentou uma redução no IO > 50%; após cinco dias mostrou IO = 13, 96; e no último dia de VAFO, um IO = 7,05. Brogan et al.² sugerem que o IO tem que ser inferior a 42 nas primeiras 24 horas de VAFO, e deve continuar a reduzir após três dias para ter um resultado positivo em relação à sobrevivência, de acordo com os resultados da criança.

A melhora no suporte inotrópico e na diurese com utilização da VAFO é pouco estudada. Alterações graves na troca gasosa como ocorrem na lesão pulmonar aguda (LPA) ou na SDRA também podem afetar negativamente a hemodinâmica e a função renal. A hipoxemia grave demonstrou reduzir o fluxo sanguíneo renal (FSR), aumentando a resistência vascular renal relacionada com a ativação de fatores vasoativos, tais como a angiotensina II, a endotelina e a diminuição do óxido nítrico endógeno (NO). A hiper-capnia correlacionou-se inversamente com FSR, principalmente estimulando a liberação de norepinephrina e induzindo a vasoconstrição. Em adição, uma vez que PaO₂ estiver baixa e PaCO₂ alta a apoptose pode ser induzida em células tubulares renais *in vitro*, o potencial efeito direto das mudanças gasométricas no sangue na estrutura e função renal devem ser melhor estudados¹³.

Uma melhor gasometria, com a mudança do modo ventilatório, neste caso, pode explicar a melhora da diurese decorrente, por sua vez, de uma melhora do fluxo sanguíneo renal. A pres-

são arterial e a interrupção no suporte inotrópico sugerem que a função cardíaca melhorou.

As crianças com um ou dois órgãos em falência até com indicação de oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) podem ser tratadas com VAFO e ter mais benefícios do que as com insuficiência cardíaca, principalmente cardiopatias congênitas^{2,14-17}.

Conclusão

A experiência relatada com VAFO na criança analisada neste estudo pode ser o início de uma investigação da resposta hemodinâmica e da interação coração-pulmão e rim-pulmão em uma amostra de crianças com doença pulmonar mais grave, talvez com a indicação de ECMO e sem doenças cardíacas.

Referências

1. Bollen C W, Uiterwaal CSPM, Vught AJV. Systematic review of determinants of mortality in high frequency oscillatory ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*. 2006;10:R34.
2. Brogan TV, Bratton SL, Meyer RJ, O'Rourke PP and Jardine DS. Nonpulmonary organ failure and outcome in children treated with high frequency oscillatory ventilation. *J Crit Care*. 2000;15(1):5-11.
3. Patroniti N, Bellani G, Pesenti A. Nonconventional support of respiration. *Curr Opin Crit Care*. 2011 Aug 5. [Epub ahead of print].
4. Nelle M, Zillow EP and Linderkamp O. Effects of high frequency oscillatory ventilation on circulation in neonates with pulmonary interstitial emphysema or RDS. *Intensive Care Med*. 1997;23:671-6.
5. Solana MJ, López-Herce J, Urbano J, Mencía S, Del Castillo J, Bellón JM. Measuring tidal volume during pediatric oscillatory and jet high-frequency ventilation. *An Pediatr (Barc)*. 2011 doi:10.1016/j.anpedi.2011.06.007.
6. Traverse JH, Korvenranta H, Adams EM, Goldthwait DA, Carlo WA. Impairment of hemodynamics with increasing mean airway pressure during high-frequency oscillatory ventilation. *Pediatr Res*. 1988;23:628-31.

7. Amato MB, Barbas CS, Madeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho. et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338:347-54.
8. Fan E, Needham DM and Stewart T E. Ventilatory management of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *JAMA.* 2005;22:2889-96.
9. Wunsch H and Mapstone J. High- frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for the treatment of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a systematic review and Cochrane Analysis. *Anesth Analg.* 2005;100:1765-72.
10. Simma B, Michael F, Christoph F, Ignaz H. Conventional ventilation versus high-frequency oscillatory ventilation: hemodynamic effects in newborn babies. *Crit Care Med.* 2000;28:227-31.
11. Froese AB and Kinsella JP. High-frequency oscillatory ventilation: Lessons from neonatal/ pediatric experience. *Crit Care Med.* 2005;33(3):S115-S121.
12. Mehta S, Granton J, Mac Donald RJ, Bowman D, Matte-Martyn A, Bachman T. et al. High-frequency oscillatory ventilation in adults. *Chest.* 2004;126:518-27.
13. Ko GK, Rabb H, Hassoun HT. Kidney-lung crosstalk in the critically ill patient. *Blood Purif.* 2009;28:75-83.
14. Courtney SE, Durand DJ, Asselin JM, Hudak ML, Aschner JL, Shoemaker CT. High frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med.* 2002;347(9):643-52.
15. Roubík K, Páchl J, Zábrodský V. Normocapnic high frequency oscillatory hyperventilation increases oxygenation in pigs. *Physiol Res.* 2011 Aug 1. [Epub ahead of print].
16. Faria LS, Arneiro AHA, Troster EJ. Ventilação de alta frequência em crianças e adolescentes com síndrome do desconforto respiratório agudo (Impacto sobre o uso de ECMO). *Rev Assoc Med Bras.* 2007;53(3):223-.
17. Kamat PP, Popler J, Davis J, Leong T, Piland SC, Simon D. et al. Use of flexible bronchoscopy in pediatric patients receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support. *Pediatr Pulmonol.* 2011 Aug 3. doi: 10.1002/ppul.21480. [Epub ahead of print].

