

Daniela Matos Fiorenzano<sup>1</sup>, Gabriela Nunes Leal<sup>2</sup>, Karen Saori Shiraishi Sawamura<sup>2</sup>, Alessandro Cavalcanti Lianza<sup>2</sup>, Werther Brunow de Carvalho<sup>1</sup>, Vera Lúcia Jornada Krebs<sup>1</sup>

# Síndrome do desconforto respiratório: influência do manejo sobre o estado hemodinâmico de recém-nascidos pré-termo $\leq 32$ semanas nas primeiras 24 horas de vida

*Respiratory distress syndrome: influence of management on the hemodynamic status of  $\leq 32$ -week preterm infants in the first 24 hours of life*

1. Disciplina de Neonatologia, Departamento de Pediatria, Instituto da Criança, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.  
2. Serviço de Ecocardiografia Neonatal e Pediátrica, Instituto da Criança, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar a influência do manejo da síndrome do desconforto respiratório sobre parâmetros clínicos e ecocardiográficos de avaliação hemodinâmica em recém-nascidos  $\leq 32$  semanas.

**Métodos:** Foram avaliados prospectivamente 33 recém-nascidos  $\leq 32$  semanas, submetidos à ventilação mecânica invasiva. A necessidade de surfactante exógeno e os parâmetros clínicos e ecocardiográficos nas primeiras 24 horas de vida foram detalhadas nesse grupo de pacientes.

**Resultados:** O valor da pressão média de vias aéreas foi significativamente maior nos recém-nascidos que necessitaram de inotrópicos [10,8 (8,8 - 23) cmH<sub>2</sub>O versus 9 (6,2 - 12) cmH<sub>2</sub>O; p = 0,04]. Houve correlação negativa entre pressão média de vias aéreas e integral velocidade-tempo da artéria pulmonar (r = -0,39; p = 0,026), débito do ventrículo

direito (r = -0,43; p = 0,017) e medidas da excursão do plano do anel tricúspide (r = -0,37; p = 0,036). Verificou-se correlação negativa entre o número de doses de surfactante exógeno e: débito de ventrículo direito (r = -0,39; p = 0,028) e a integral velocidade-tempo da artéria pulmonar (r = -0,35; p = 0,043).

**Conclusão:** Nos recém-nascidos  $\leq 32$  semanas em ventilação mecânica invasiva, elevações de pressão média de vias aéreas e do número de doses de surfactante correlacionam-se com piora da função cardíaca precoce. Aparentemente, o manejo mais agressivo da síndrome do desconforto respiratório contribui para a instabilidade hemodinâmica desses pacientes.

**Descritores:** Recém-nascido prematuro; Surfactante pulmonares; Síndrome do desconforto respiratório do recém-nascido; Hemodinâmica; Ecocardiograma

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 23 de novembro de 2018  
Aceito em 9 de março de 2019

### Autor correspondente:

Daniela Matos Fiorenzano  
Instituto da Criança, Hospital das Clínicas  
Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo  
Avenida Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 647 -  
Cerqueira César  
CEP: 05403-000 - São Paulo (SP), Brasil  
E-mail: daniela.fiorenzano@hc.fm.usp.br

**Editor responsável:** Jefferson Pedro Piva

DOI: 10.5935/0103-507X.20190056

## INTRODUÇÃO

O período pós-natal imediato é marcado por importantes modificações cardiopulmonares. Em recém-nascidos pré-termo com idade gestacional inferior a 32 semanas, a imaturidade de diversos órgãos pode dificultar essa transição fisiológica, sendo frequente a necessidade de suporte respiratório e hemodinâmico.<sup>(1)</sup>

A síndrome do desconforto respiratório (SDR) do recém-nascido é umas das principais causas de morbidade nesses pacientes. A deficiência de surfactante, própria do pulmão ainda em desenvolvimento, ocasiona o colapso alveolar, que se manifesta como desconforto respiratório já nas primeiras horas de vida.<sup>(2)</sup> O tratamento consiste no recrutamento pulmonar aplicando-se pressão positiva nas vias aéreas, por meio de ventilação não invasiva ou invasiva, associado ou não ao uso de surfactante exógeno.<sup>(3)</sup>



A utilização de pressão positiva em vias aéreas propicia o estabelecimento da capacidade residual funcional, diminui a resistência vascular pulmonar e pode aumentar o retorno venoso pulmonar, favorecendo o débito sistêmico.<sup>(4)</sup> Por outro lado, o uso excessivo de pressão positiva nas vias aéreas acarreta efeitos adversos, como aumento da resistência vascular pulmonar, redução da perfusão pulmonar,<sup>(5)</sup> diminuição do retorno venoso e baixo débito cardíaco.<sup>(6)</sup>

Sabendo-se que o baixo débito sistêmico e a diminuição do fluxo em veia cava superior (VCS) são associados ao aumento do risco de hemorragia intraventricular em recém-nascidos pré-termo,<sup>(7)</sup> o melhor entendimento da interação entre o suporte respiratório e a função cardíaca é fundamental. É importante procurar estabelecer se as alterações ecocardiográficas são transitórias e próprias da adaptação circulatória perinatal ou secundárias ao manejo respiratório dos pacientes.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do manejo da SDR, compreendido pelo suporte ventilatório e pela reposição de surfactante pulmonar, sobre parâmetros clínicos e ecocardiográficos de avaliação hemodinâmica de recém-nascidos com  $\leq 32$  semanas, nas primeiras 24 horas de vida.

## MÉTODOS

Foi realizado estudo prospectivo transversal em amostra de conveniência de recém-nascidos pré-termo admitidos no Centro Neonatal do Instituto da Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, entre agosto de 2016 e março de 2018. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Pesquisa e Ética da instituição (parecer CAPPesq: 1531501); foi obtido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos responsáveis legais.

Foram incluídos recém-nascidos com idade gestacional  $\leq 32$  semanas, que receberam ventilação mecânica invasiva nas primeiras 24 horas de vida, para tratamento de SDR. A idade gestacional foi definida pela ultrassonografia obstétrica realizada até a 20ª semana de gestação. Foram excluídos portadores de malformações congênitas, recém-nascidos que não conseguiram realizar ecocardiograma nas primeiras 24 horas e aqueles cujos responsáveis não autorizaram o ingresso no estudo.

Os seguintes parâmetros clínicos foram investigados: exposição ao corticoide antenatal; presença de sofrimento fetal; peso de nascimento; idade gestacional; sexo; *Score for Neonatal Acute Physiology Perinatal Extension*, versão II (SNAPPE II);<sup>(8)</sup> maior valor da pressão média de vias aéreas (PMVA), em  $\text{cmH}_2\text{O}$ , nas primeiras 24 horas de

vida; necessidade de administração de surfactante exógeno e número de doses (poractante alfa, 100mg/kg/dose); presença de hipotensão (definida como pressão arterial média - PAM - menor que idade gestacional ou PAM menor que 30mmHg);<sup>(9)</sup> e uso de inotrópicos.

O ecocardiograma foi realizado nas primeiras 24 horas de vida. Este período foi escolhido pois é considerado o de maior risco para a ocorrência de baixo débito relacionado à fase transitória da circulação no recém-nascido pré-termo.<sup>(10)</sup> O aparelho portátil Logiq-e® (GE Health Care®) com transdutor multifrequencial (6S), de 5 a 7,5MHz foi utilizado para avaliação cardíaca morfológica e funcional, por equipe composta de três ecocardiografistas experientes, cegos para os parâmetros clínicos dos pacientes. As medidas das cavidades e a avaliação de função cardíaca foram realizadas segundo as orientações da *American Society of Echocardiography* (ASE) de 2010.<sup>(11)</sup>

No modo M, foram obtidas as medidas dos diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, permitindo o cálculo da fração de encurtamento ( $\Delta D$ ) e da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) pelo método de Teichholz.<sup>(11)</sup> Foram também realizadas as medidas da excursão do plano do anel tricúspide (TAPSE)<sup>(12)</sup> e mitral (MAPSE)<sup>(13)</sup> ao longo da sístole, possibilitando o cálculo do score-z destes parâmetros para cada paciente.

Foram obtidos ao Doppler as integrais velocidade-tempo do fluxo da artéria pulmonar (VTIAP) e da VCS. Para a estimativa da VTIAP, a amostra de Doppler foi colocada em via de saída do ventrículo direito (VD), ao corte paraesternal eixo curto, logo abaixo do plano valvar pulmonar. A VTI da VCS foi estimada com a colocação da amostra de Doppler na entrada da veia cava em átrio direito, ao corte subcostal. O diâmetro máximo da via de saída do VD foi medido pelo modo bidimensional, ao corte paraesternal eixo curto. Já o diâmetro médio da VCS foi registrado pelo modo M, ao corte paraesternal de via de entrada do VD.

O débito ventricular direito (DebVD) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{DebVD} = \frac{[\text{frequência cardíaca} \times \text{VTIAP} \times \pi \times (\text{diâmetro da via de saída})^2]}{4 \times \text{peso}}$$

Onde VTI é expressa em cm, diâmetro da via de saída em cm, peso em kg, e  $\pi = 3,14$ .

A medida do fluxo VCS (FVCS) foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$\text{FVCS} = \frac{[\text{frequência cardíaca} \times \text{VTI} \times \pi \times (\text{diâmetro médio da VCS})^2]}{4 \times \text{peso}}$$

Onde VTI é expressa em cm, diâmetro da via de saída em cm e peso em kg, e  $\pi = 3,14$ .

Os pontos de corte utilizados para categorização dos parâmetros ecocardiográficos de função cardíaca em normais (sem disfunção) ou reduzidos (com disfunção) foram:  $\Delta D$  28%,<sup>(14)</sup> FEVE 55%,<sup>(14)</sup> DebVD 150mL/kg/minuto,<sup>(15)</sup> VTI pulmonar 7cm,<sup>(16)</sup> escore-z do MAPSE < -2,<sup>(17)</sup> escore-z do TAPSE < -2,<sup>(18)</sup> e FVCS 40mL/kg/minuto.<sup>(15)</sup>

Para evitar medida superestimada do débito sistêmico, dada a provável patência do canal arterial no primeiro dia de vida, com *shunt* da esquerda para direita, foi utilizado o DebVD para a estimativa do débito sistêmico.<sup>(19)</sup>

Na análise estatística, foram descritas as variáveis qualitativas avaliadas com uso de frequências absolutas e percentagens. As variáveis quantitativas foram descritas com uso de medidas resumo (média, desvio padrão - DP), mediana, mínimo e máximo.

Para verificar a correlação entre PAM e PMVA e medidas ecocardiográficas, foi considerado o coeficiente de correlação de Spearman ( $r$ ). A comparação da PMVA nos grupos com e sem disfunção foi realizada pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney. A associação entre o número de doses de surfactante exógeno e a presença de disfunção cardíaca foi avaliada pelo teste de Kruskal-Wallis. Foi considerado significativo o valor de  $p < 0,05$ . A análise dos dados foi realizada no *software IBM Statistical Package for Social Science* for Windows, versão 20.0.

## RESULTADOS

Foram estudados 33 recém-nascidos pré-termo em ventilação mecânica para tratamento de SDR, sendo 63,6% do sexo masculino e 36,4% do sexo feminino. As médias ( $\pm$  DP) de idade gestacional, peso e SNAPPE II foram 27,8 ( $\pm$  1,9) semanas, 958 ( $\pm$  332) g e 39,5 ( $\pm$  20,6), respectivamente. Houve sofrimento fetal em 33,3% dos casos, e 78,8% dos fetos foram expostos ao corticoide antenatal.

A mediana da PMVA utilizada foi 9,2cmH<sub>2</sub>O (mínimo 6,2 e máximo 23cmH<sub>2</sub>O). Quatro pacientes foram tratados com ventilação de alta frequência por interrupção de fluxo. Receberam pelo menos uma dose de surfactante exógeno 32 pacientes.

Foi diagnosticada hipotensão em 11 (33%) pacientes; 8 (24%) receberam inotrópicos (dobutamina, adrenalina ou dopamina) nas primeiras 24 horas de vida. Não houve correlação significativa entre PAM e o valor da PMVA ( $r = -0,030$ ;  $p = 0,869$ ). A PMVA foi maior naqueles que necessitaram de inotrópicos: 10,8 (8,8 - 23) cmH<sub>2</sub>O *versus* 9 (6,2 - 12) cmH<sub>2</sub>O, com  $p = 0,04$ .

O ecocardiograma foi realizado com mediana de 20 horas de vida (mínimo de 7 e máximo de 24 horas). Não houve associação significativa entre medidas ecocardiográficas e ocorrência de sofrimento fetal e uso de corticoide antenatal. Não foi demonstrada correlação entre PAM e parâmetros ecocardiográficos de função cardíaca (Tabela 1). Houve correlação negativa entre PMVA e VTIAP, DebVD e TAPSE (Tabela 1). Foi encontrada correlação positiva entre VTIAP e DebVD ( $r = 0,796$ ,  $p < 0,0001$ ).

Na tabela 2, está descrita a frequência de disfunção cardíaca, conforme os critérios ecocardiográficos.

Os valores de PMVA foram maiores nos pacientes que apresentaram disfunção cardíaca, segundo os seguintes parâmetros  $\Delta D < 28\%$ , FEVE < 55%, VTIAP < 7cm e VD < 150mL/kg/minuto (Tabela 3).

Houve correlação negativa entre o número de doses de surfactante exógeno e as medidas DebVD ( $r = -0,394$ ;  $p = 0,028$ ) e VTIAP ( $r = -0,355$ ;  $p = 0,043$ ). O número de doses de surfactante utilizado foi maior entre os pacientes que apresentaram disfunção cardíaca segundo os seguintes parâmetros ecocardiográficos: VTIAP < 7cm, VD < 150mL/kg/minuto e escore-z do TAPSE < -2 (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

O estudo demonstrou o impacto do manejo respiratório sobre o estado hemodinâmico de recém-nascidos  $\leq$  32 semanas, não apenas por meio de parâmetros clínicos (PAM e necessidade de inotrópicos), mas também por utilização de parâmetros ecocardiográficos de função cardíaca de fácil obtenção à beira do leito.

Foi possível verificar que incrementos de PMVA determinaram piora das funções cardíaca direita e esquerda, avaliadas pelo ecocardiograma, além de maior necessidade de suporte hemodinâmico com inotrópicos.

Outros autores já descreveram piora da função miocárdica em pacientes com insuficiência respiratória moderada a grave. Evans e Kluckow, em 1996, demonstraram redução do débito de ambos os ventrículos associada ao aumento da gravidade da insuficiência respiratória e da frequência de baixo débito (< 150mL/kg/minuto) do VE e do VD, com o aumento da PMVA.<sup>(20)</sup> Em estudo mais recente, de Waal et al. demonstraram redução do DebVD após aumento da pressão positiva expiratória final (PEEP), mas não do débito sistêmico estimado pelo FVCS.<sup>(21)</sup>

Ainda que em neonatos as medidas de  $\Delta D$  e FEVE sejam menos fidedignas (devido à movimentação paradoxal do septo interventricular secundária a altas pressões em VD),<sup>(22)</sup> conseguimos demonstrar, em nossa amostra,

**Tabela 1** - Correlação entre pressão arterial média e pressão média de vias aéreas e os parâmetros ecocardiográficos

	PAM (mmHg)			PMVA (cmH <sub>2</sub> O)		
	n	r	Valor de p	n	r	Valor de p
ΔD	31	0,007	0,968	32	-0,238	0,190
FEVE	32	0,059	-0,157	33	-0,234	0,191
MAPSE	31	-0,157	0,398	32	-0,262	0,147
VTIAP	32	-0,023	0,900	33	-0,388*	0,026
DebVD	30	0,100	0,598	31	-0,427*	0,017
TAPSE	31	-0,254	0,169	32	-0,372*	0,036
FVCS	31	0,215	0,245	32	-0,085	0,642
CA	32	-0,109	0,553	33	0,004	0,982

ΔD - fração de encurtamento do ventrículo esquerdo; FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MAPSE - excursão sistólica do anel mitral; VTIAP - integral velocidade-tempo da artéria pulmonar; DebVD - débito do ventrículo direito; TAPSE - excursão sistólica do anel tricúspide; FVCS - fluxo de veia cava superior; CA - diâmetro do canal; PAM - pressão arterial média; PMVA - pressão média de vias aéreas; r = coeficiente de correlação de Spearman. \* Significância estatística.

**Tabela 2** - Frequência de disfunção cardíaca, segundo os critérios ecocardiográficos estudados

Frequência	n (%)
ΔD < 28%	5 (15,2)
FEVE < 55%	5 (15,2)
Escore-z do MAPSE < -2	3 (9,4)
VTIAP < 7cm	17 (51,5)
VD < 150mL/kg/minuto	8 (24,2)
Escore-z do TAPSE < -2	2 (6,3)
FVCS < 40mL/kg/minuto	5 (15,2)

ΔD - fração de encurtamento do ventrículo esquerdo; FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MAPSE - excursão sistólica do anel mitral; VTIAP - integral velocidade-tempo da artéria pulmonar; VD - ventrículo direito; TAPSE - excursão sistólica do anel tricúspide; FVCS - fluxo de veia cava superior.

associação entre a redução destes parâmetros de função cardíaca esquerda e a elevação da PMVA.

No presente estudo, a correlação negativa entre PMVA e as medidas VTIAP, DebVD e TAPSE, além da maior frequência de VTIAP < 7cm e VD < 150mL/kg/minuto com o aumento da PMVA, reforçam a influência da última também sobre o VD. Uma vez que houve forte correlação entre VTIAP e DebVD, e que a primeira é uma medida mais simples de ser realizada, pois não requer cálculo, pode ser interessante elegê-la para estimar de forma rápida a função sistólica do VD.

A interferência da PMVA no débito ventricular provavelmente se deve à redução do retorno venoso.<sup>(20,21)</sup> No entanto, a hipoxemia secundária à insuficiência respiratória pode ter efeito direto no aumento da resistência vascular pulmonar;<sup>(5)</sup> também pode levar a algum grau de isquemia subendocárdica, gerando prejuízo da função miocárdica.<sup>(23)</sup>

O achado da associação inversa entre o número de doses de surfactante e a presença de VTIAP < 7cm e VD < 150mL/kg/minuto foi diferente do observado na

**Tabela 3** - Valores da pressão média de vias aéreas, de acordo com parâmetros ecocardiográficos de disfunção cardíaca

Ecocardiograma	n	PMVA (cmH <sub>2</sub> O) Mediana (mínimo - máximo)	Valor de p*
ΔD < 28%			
Sim	5	11,0 (10,4 - 23,0)	0,020
Não	27	9,0 (6,2 - 12,0)	
FEVE < 55%			
Sim	5	11,0 (10,4 - 23,0)	0,020
Não	28	9,0 (6,2 - 12,0)	
Escore-z do MAPSE < -2			
Sim	3	10,7 (10,0 - 13,4)	0,045
Não	29	9,1 (6,2 - 23,0)	
VTIAP < 7cm			
Sim	17	9,6 (8,2 - 13,4)	0,035
Não	16	8,8 (6,2 - 23,0)	
VD < 150mL/kg/minuto			
Sim	8	10,5 (8,8 - 13,4)	0,020
Não	24	9,0 (6,2 - 23,0)	
Escore-z do TAPSE < -2			
Sim	2	9,2 (7,7 - 23,0)	0,086
Não	30	9,0 (7,4 - 12,0)	
FVCS < 40mL/kg/minuto			
Sim	5	12,0 (8,2 - 23,0)	0,132
Não	27	9,1 (6,2 - 12,0)	

PMVA - pressão média de vias aéreas; ΔD - fração de encurtamento do ventrículo esquerdo; FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MAPSE - excursão sistólica do anel mitral; VTIAP - integral velocidade-tempo de artéria pulmonar menor; VD - ventrículo direito; TAPSE - excursão sistólica do anel tricúspide; FVCS - fluxo de veia cava superior. \* Teste não paramétrico de Mann-Whitney.

literatura. Sehgal et al. demonstraram aumento do DebVD e redução do débito de VE após surfactante realizado ainda na primeira hora de vida.<sup>(24)</sup> Vitali et al., por sua vez, não verificaram modificações nas medidas de função ventricular 2 horas após administração de surfactante, mas

**Tabela 4** - Associação entre número de doses de surfactante e presença de disfunção ventricular

Ecocardiograma	Doses de surfactante			Valor de p*
	0 n (%)	1 n (%)	≥ 2 n (%)	
ΔD < 28%	0 (0,0)	3 (20,0)	2 (12,5)	0,708
FEVE < 55%	0 (0,0)	3 (18,8)	2 (12,5)	0,999
Escore-z do MAPSE < -2	0 (0,0)	1 (6,7)	2 (12,5)	0,999
VTIAP < 7cm	0 (0,0)	5 (31,3)	12 (75,0)	0,022
VD < 150mL/kg/minuto	0 (0,0)	1 (6,7)	7 (43,8)	0,049
Escore-z do TAPSE < -2	0 (0,0)	1 (6,7)	1 (6,3)	0,999
FVCS < 40mL/kg/minuto	0 (0,0)	3 (20)	2 (12,5)	0,708

ΔD - fração de encurtamento do ventrículo esquerdo; FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MAPSE - excursão sistólica do anel mitral; VTIAP - integral velocidade-tempo de artéria pulmonar; VD - ventrículo direito; TAPSE - excursão sistólica do anel tricúspide; FVCS - fluxo de veia cava superior. \* Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

descreveram melhora do débito de ambos os ventrículos e do TAPSE 24 horas após.<sup>(25)</sup> De fato, a administração de surfactante exógeno é seguida por recrutamento pulmonar, que resulta na redução da resistência vascular pulmonar.<sup>(5)</sup> Seriam esperados, portanto, o aumento do débito ventricular direito pela redução da pós-carga e, possivelmente, a redução da perfusão sistêmica por aumento do *shunt* esquerda - direita através do canal arterial, que costuma estar patente no primeiro dia de vida em recém-nascidos pré-termo.<sup>(24)</sup>

No presente estudo, a pior função cardíaca apresentada pelos pacientes que utilizaram maior número de doses de surfactante pode ser explicada, em parte, por dois fatores: primeiro, pode-se assumir que os recém-nascidos que necessitam de duas ou mais doses de surfactante têm insuficiência respiratória mais grave; e, segundo, na nossa casuística, todos os pacientes que receberam mais de uma dose de surfactante estavam em ventilação mecânica no momento da realização do ecocardiograma. É possível que as repercussões hemodinâmicas da ventilação mecânica tenham prevalecido sobre os efeitos do surfactante exógeno na complacência e na resistência vascular pulmonar.

O estudo tem algumas limitações, como o número relativamente pequeno de recém-nascidos. Além disso, o tipo de ventilação utilizada (quatro pacientes receberam ventilação de alta frequência por interrupção de fluxo), e não somente a PMVA, pode ter favorecido a presença de disfunção cardíaca.<sup>(26)</sup>

O fato de os pacientes terem sido avaliados em apenas um momento, dentro das primeiras 24 horas de vida, também merece ser ressaltado. Este é sabidamente um período em que os recém-nascidos pré-termo estão propensos à disfunção miocárdica.

## CONCLUSÃO

Nos recém-nascidos com idade gestacional ≤ 32 semanas, sob ventilação mecânica invasiva, o manejo mais agressivo da síndrome do desconforto respiratório parece exercer influência negativa sobre os parâmetros ecocardiográficos de função cardíaca, notadamente do ventrículo direito. Novos estudos multicêntricos e com maior número de pacientes devem ser conduzidos com o objetivo aprimorar as estratégias de tratamento neste grupo.

## ABSTRACT

**Objective:** To investigate the influence of respiratory distress syndrome management on clinical and echocardiographic parameters used for hemodynamic evaluation in ≤ 32-week newborns.

**Methods:** Thirty-three ≤ 32-week newborns were prospectively evaluated and subjected to invasive mechanical ventilation. The need for exogenous surfactant and clinical and echocardiographic parameters in the first 24 hours of life was detailed in this group of patients.

**Results:** The mean airway pressure was significantly higher in newborn infants who required inotropes [10.8 (8.8 - 23) cmH<sub>2</sub>O versus 9 (6.2 - 12) cmH<sub>2</sub>O; p = 0.04]. A negative correlation was found between the mean airway pressure and velocity-time integral of the pulmonary artery (r = -0.39; p = 0.026), right ventricular output (r = -0.43; p = 0.017) and measurements of the tricuspid annular plane excursion (r = -0.37; p = 0.036). A negative correlation was found between the number of doses of exogenous surfactant and the right

ventricular output ( $r = -0.39$ ;  $p = 0.028$ ) and pulmonary artery velocity-time integral ( $r = -0.35$ ;  $p = 0.043$ ).

**Conclusion:** In  $\leq 32$ -week newborns under invasive mechanical ventilation, increases in the mean airway pressure and number of surfactant doses are correlated with the worsening of early cardiac function. Therefore, more aggressive

management of respiratory distress syndrome may contribute to the hemodynamic instability of these patients.

**Keywords:** Infant premature; Pulmonary surfactants; Respiratory distress syndrome, newborn; Hemodynamics; Echocardiography

## REFERÊNCIAS

1. Wu TW, Azhibekov T, Seri I. Transitional hemodynamics in preterm neonates: clinical relevance. *Pediatr Neonatol*. 2016;57(1):7-18.
2. Wang C, Guo L, Chi C, Wang X, Guo L, Wang W, et al. Mechanical ventilation modes for respiratory distress syndrome in infants: a systematic review and network meta-analysis. *Crit Care*. 2015;19:108.
3. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallman M, Ozek E, Plavka R, Saugstad OD, Simeoni U, Speer CP, Vento M, Halliday HL; European Association of Perinatal Medicine. European consensus guidelines on the management of neonatal respiratory distress syndrome in preterm infants--2013 update. *Neonatology*. 2013;103(4):353-68.
4. Shaffer TH, Alapati D, Greenspan JS, Wolfson MR. Neonatal non-invasive respiratory support: physiological implications. *Pediatr Pulmonol*. 2012;47(9):837-47.
5. Lakshminrusimha S. The pulmonary circulation in neonatal respiratory failure. *Clin Perinatol*. 2012;39(3):655-83.
6. Beker F, Rogerson SR, Hooper SB, Wong C, Davis PG. The effects of nasal continuous positive airway pressure on cardiac function in premature infants with minimal lung disease: a crossover randomized trial. *J Pediatr*. 2014;164(4):726-9.
7. Kluckow M, Evans N. Low superior vena cava flow and intraventricular haemorrhage in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2000;82(3):F188-94.
8. Richardson DK, Corcoran JD, Escobar GJ, Lee SK. SNAP-II and SNAPPE-II: Simplified newborn illness severity and mortality risk scores. *J Pediatr*. 2001;138(1):92-100.
9. de Boode WP. Clinical monitoring of systemic hemodynamics in critically ill newborns. *Early Hum Dev*. 2010;86(3):137-41.
10. Evans N. Assessment and support of the preterm circulation. *Early Hum Dev*. 2006;82(12):803-10.
11. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, Ensing GJ, Kendall K, Younoszai AK, et al. Recommendations for quantification methods during the performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):465-95; quiz 576-7.
12. Koestenberger M, Ravekes W, Everett AD, Stueger HP, Heinzl B, Gamillscheg A, et al. Right ventricular function in infants, children and adolescents: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 640 healthy patients and calculation of Z score values. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(6):715-9.
13. Eriksen BH, Nestaas E, Hole T, Liestøl K, Støylen A, Fugelseth D. Longitudinal assessment of atrioventricular annulus excursion by grey-scale m-mode and colour tissue Doppler imaging in premature infants. *Early Hum Dev*. 2013;89(12):977-82.
14. Tissot C, Singh Y, Sekarski N. Echocardiographic evaluation of ventricular function-for the neonatologist and pediatric intensivist. *Front Pediatr*. 2018;6:79.
15. Wyllie J. Neonatal echocardiography. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2015;20(3):173-80.
16. Skinner J, Alverson D, Hunter S, editors. *Echocardiography for the neonatologist*. 1st ed. London: Churchill Livingstone; 2000.
17. Koestenberger M, Nagel B, Ravekes W, Gamillscheg A, Binder C, Avian A, et al. Longitudinal systolic left ventricular function in preterm and term neonates: reference values of the mitral annular plane systolic excursion (MAPSE) and calculation of z-scores. *Pediatr Cardiol*. 2015;36(1):20-6.
18. Koestenberger M, Nagel B, Ravekes W, Urlesberger B, Raith W, Avian A, et al. Systolic right ventricular function in preterm and term neonates: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 258 patients and calculation of Z-score values. *Neonatology*. 2011;100(1):85-92.
19. de Waal KA. The methodology of Doppler-derived central blood flow measurements in newborn infants. *Int J Pediatr*. 2012;2012:680162.
20. Evans N, Kluckow M. Early determinants of right and left ventricular output in ventilated preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1996;74(2):F88-94.
21. de Waal KA, Evans N, Osborn D, Kluckow M. Cardiorespiratory effects of changes in end expiratory pressure in ventilated newborns. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007;92(6):F444-8.
22. Mertens L, Seri I, Marek J, Arlettaz R, Barker P, McNamara P, Moon-Grady AJ, Coon PD, Noori S, Simpson J, Lai WW; Writing Group of the American Society of Echocardiography; European Association of Echocardiography; Association for European Pediatric Cardiologists. Targeted neonatal echocardiography in the neonatal intensive care unit: practice guidelines and recommendations for training. Writing Group of the American Society of Echocardiography (ASE) in collaboration with the European Association of Echocardiography (EAE) and the Association for European Pediatric Cardiologists (AEPIC). *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24(10):1057-78.
23. Cruz MA, Bremmer YA, Porter BO, Gullquist SD, Watterberg KL, Rozycki HJ. Cardiac troponin T and cardiac dysfunction in extremely low-birth-weight infants. *Pediatr Cardiol*. 2006;27(4):396-401.
24. Sehgal A, Mak W, Dunn M, Kelly E, Whyte H, McCrindle B, et al. Haemodynamic changes after delivery room surfactant administration to very low birth weight infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2010;95(5):F345-51.
25. Vitali F, Galletti S, Aceti A, Aquilano G, Fabi M, Balducci A, et al. Pilot observational study on haemodynamic changes after surfactant administration in preterm newborns with respiratory distress syndrome. *Ital J Pediatr*. 2014;40(1):26.
26. Fioretto JR, Rebello CM. Ventilação oscilatória de alta frequência em pediatria e neonatologia. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2009;21(1):96-103.