

Preditores de Falha da Extubação em Crianças no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca Submetidas à Ventilação Pulmonar Mecânica*

Post Cardiac Surgery In Children: Extubation Failure Predictor's

Cíntia Johnston¹, Jefferson Pedro Piva², Werther Brunow de Carvalho³,
Pedro Celiny Garcia⁴, Marcelo Cunio Fonseca⁵, Patrícia Xavier Hommerding⁶

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: É importante conhecer os fatores de risco para falha da extubação em crianças no pós-operatório cardíaco (POC), para evitar os efeitos indesejados inerentes ao procedimento de re-intubação (lesão da via aérea, necessidade de medicações, alterações cardiocirculatórias) e ao tempo prolongado de suporte ventilatório (risco de pneumo-

nias, perda da força muscular ventilatória). O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros da ventilação pulmonar mecânica (VPM), a mecânica ventilatória [índice de respiração rápida superficial (IRS), força dos músculos ventilatórios (PiMáx e PeMáx), relação carga/força (RCF)] e os gases sanguíneos antes e após a extubação de crianças no POC.

MÉTODO: Estudo observacional, do tipo transversal prospectivo, realizado no período de março 2004 a março 2006, incluindo crianças no POC aptas para a extubação traqueal, em hospital universitário. Com o tubo traqueal *in situ* e em ventilação espontânea foram mensurados o volume-minuto expiratório (V_E), a PiMáx e PeMáx. Foram calculados os índices ventilatórios IRS $[(FR/VC)/Peso]$ e $RCF = [15 \times [(3 \times MAP)/PiMáx] + 0,03 \times IRS - 5]$, a pressão média das vias aéreas $[MAP = \{(PIP - PEEP) \times [Ti / (Te + Ti)]\} + PEEP]$ e o índice de oxigenação $[IO = (FiO_2 \times MAP / PaO_2) \times 100]$. Os gases sanguíneos foram coletados 1h antes da extubação. O sucesso da extubação foi considerado quando após 48h não houve re-intubação.

RESULTADOS: Participaram do estudo 59 crianças. Houve falha na extubação em 19% (11/59), mediana ($IC_{25\% \text{ e } 75\%}$): idade 36 (12-82) meses, peso 12 (8-20) kg, MAP 8 (6-9) e IO 2(2-5), tempo de VPM no POC 1(1-3) dias. A falha *versus* sucesso da extubação em mediana ($IC_{25\% \text{ e } 75\%}$): IO [5(3-8) *versus* 2(2-4); $p = 0,005$], RCF [8(6-11) *versus* 5(4-6); $p = 0,002$] e tempo de VPM [3(2-5) *versus* 1(1-2) dias; $p = 0,026$]; média \pm desvio-padrão: V_E [1,7 \pm 0,82 *versus* 3 \pm 2,7 mL/kg/min; $p = 0,003$], PaO_2 [64 \pm 34 *versus* 111 \pm 50 mmHg; $p = 0,002$] e PiMáx [53 \pm 18 *versus* 78 \pm 28 cmH₂O; $p = 0,002$]. Através da curva ROC identificou-se 100% de sensibilidade e 80% de especificidade no ponto de corte do $IO \geq 2$ (área 0,74, $p = 0,017$) e da $RCF \geq 4$ (área 0,80, $p = 0,002$); 80% de sensibilidade e 60% de especificidade da PiMáx ≤ -35 cmH₂O (área 0,23; $p = 0,004$) como

1. Fisioterapeuta. Doutora em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança (PUC-RS). Professora Coordenadora do Curso de Especialização em Fisioterapia Pediátrica e Neonatal da UNIFESP/EPM. Chefe do Serviço de Fisioterapia Pediátrica do Hospital São Paulo.

2. Professor da Faculdade de Medicina, PUC-RS e da UFRGS. Chefe Associado da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) do Hospital São Lucas.

3. Livre-Docente, Professor Faculdade de Medicina pelo Departamento de Pediatria e de Pneumologia da UNIFESP/EPM. Chefe da Unidade de Cuidados Intensivos Pediátrica (UCIP) do Hospital São Paulo, Pronto Socorro Infantil Sabará e Santa Catarina, São Paulo.

4. Professor da Faculdade de Medicina, PUC-RS. Chefe Associado da UTIP do Hospital São Lucas.

5. Médico Intensivista da UCIP e Semi-Intensiva do Hospital São Paulo. Professor do Curso de Especialização em Fisioterapia Pediátrica e Neonatal, UNIFESP/EPM.

6. Fisioterapeuta da UTIP e Unidade de Terapia Intensiva Neonatal do Hospital São Lucas. Mestranda em Pneumologia, UFRGS.

*Recebido da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Porto Alegre, RS

Apresentado em 20 de novembro de 2007
Aceito para publicação em 14 de março de 2008

Endereço para correspondência:
Cíntia Johnston
Rua Correia de Lemos 153/71
04041-000 São Paulo, SP
Fones: (11) 5576-4288 – (11) 8232-0542
E-mail: cintiajohnston@terra.com.br ou cjohnston@unifesp.br

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2008

fatores de risco para falha da extubação.

CONCLUSÕES: A falha da extubação de crianças no POC relacionou-se ao $IO \geq 2$, $RCF \geq 4$, tempo de $VPM \geq 3$ dias, $V_E \leq 1,7$ mL/kg/min, $PaO_2 \leq 64$ mmHg e $PiMáx \leq -53$ cmH₂O. A MAP, o diagnóstico de base, o IRS e os gases sanguíneos não estiveram relacionados com a falha da extubação.

Unitermos: desmame, doença cardíaca congênita, extubação, Pediatria, preditores, ventilação mecânica

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: It is important to know the risk factors for extubation failure (EF) in children submitted to cardiac surgery in order to avoid inherent events due to reintubation (airways injury, usage of medications, cardiovascular changes) and because of prolonged ventilatory support (pneumonias, reduction of the ventilatory muscles strength). The objective of this study is to evaluate mechanical ventilation (MV) parameters, ventilatory mechanics [rapid shallow breathing index (RSBI), ventilatory muscles force [the maximum inspiratory pressure (MIP), the maximum expiratory pressure (MEP) and the load/force balance (LFB)] and blood gases before and after extubation in pediatric patients undergoing cardiac surgery.

METHODS: Prospective (March 2004 to March 2006) observational cross sectional study, enrolling children submitted to cardiac surgery admitted to an university PICU hospital and considered able to be extubated. With the tracheal tube *in situ* and maintaining the children spontaneously breathing we evaluate: expiratory minute volume (V_E), MIP and MEP. We calculated the RSBI [(RR/VT)/Weight], LFB [$15 \times [(3 \times MAP)/MIP] + 0.03 \times RSBI - 5$], the mean airway pressure (MAP) [$MAP = \{(PIP - PEEP) \times [Ti / (Te + Ti)]\} + PEEP$] and the oxygenation index (OI) [$OI = (FiO_2 \times MAP / PaO_2) \times 100$]. Arterial blood gas was collected one hour before extubation. If after 48 hours there was no need to reintubate the patient the extubation was considered successful (SE).

RESULTS: 59 children were included. EF was observed in 19% (11/59). Median ($QI_{25\%-75\%}$) for age, weight, MAP, OI, duration of MV after cardiac surgery (DMV) were respectively, 36 (12-82) months, 12 (8-20) kg, 8 (6-9), 2 (2-5), 1 (1-3) days. Median ($QI_{25\%-75\%}$) of EF in relation to SE for OI, LFB and DMV were respectively 5(3-8) versus 2(2-4), $p = 0.005$; [8(6-11) versus 5(4-6), $p = 0.002$ and 3(2-5) versus 1(1-2) days, $p = 0.026$. Mean \pm SD of EF in relation to SE for V_E , PaO_2 and MIP were respectively 1.7 ± 0.82 versus 3 ± 2.7 mL/kg/min, $p =$

0.003 ; 64 ± 34 versus 111 ± 50 mmHg, $p = 0.002$ and 53 ± 18 versus 78 ± 28 cmH₂O; $p = 0.002$. Concerning the risk factors for EF: $OI \geq 2$ (area under the ROC 0.74, $p = 0.017$) and $LFB \geq 4$ (area under the ROC 0.80, $p = 0.002$), achieved a sensibility of 100% and specificity of 80%; $MIP \leq -35$ cmH₂O (area under the ROC 0.23; $p = 0.004$) achieved a sensibility of 80% and specificity of 60%.

CONCLUSIONS: EF in children submitted to cardiac surgery is related to $OI \geq 2$, $LFB \geq 4$, $DMV \geq 3$ days; $V_E \leq 1.7$ mL/kg/min, $PaO_2 \leq 64$ mmHg and $MIP \leq -53$ cmH₂O. The kind of cardiac defect, MAP, RSBI and arterial blood gas were not related to EF.

Key Words: children, congenital heart disease, extubation, mechanical ventilation, predictors, weaning

INTRODUÇÃO

Vários são os fatores relacionados ao tempo de ventilação pulmonar mecânica (VPM) no pós-operatório de cardiopatia congênita em Pediatria, dentre eles estão os fatores pré-operatórios (principalmente o tipo de cardiopatia), intra-operatórios [tempo de circulação extracorpórea (CEC), tempo de anóxia] e pós-operatório (hipertensão pulmonar, cardiopatia residual, débito cardíaco baixo)¹.

A maioria dos pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca (POC) são extubados nas primeiras seis horas após o procedimento, quando fizerem parte de um protocolo de *fast track extubation*. Entretanto, pequeno percentual de crianças necessita de VPM prolongada. Nestes casos, a falha da extubação é de 10%², contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade das crianças em POC³. Embora esta taxa de falha na extubação (10%) seja relativamente baixa, é importante identificar os fatores de risco específicos para esta população que, geralmente, apresenta cardiopatia congênita complexa, baixo peso e história de prematuridade⁴, fatores de risco para a falha da extubação em Pediatria e que contribuem para o tempo prolongado de suporte ventilatório.

O atraso no processo de desmame e na extubação pode predispor ao uso da VPM por tempo prolongado e vice-versa, o que favorece a miopatia generalizada e a atrofia diafragmática⁵. A alteração da distensão muscular esquelética em cuidados intensivos pode ser uma consequência de distúrbios eletrolíticos ou um efeito direto de hipercapnia, hipóxia, desnutrição, tratamento com corticosteróides e do baixo débito cardíaco. Entretanto, os pacientes gravemente enfermos, com sep-

se, com disfunção de múltiplos órgãos, com alterações cardíacas (insuficiência cardíaca, disritmias, hipertensão arterial, doença cardíaca isquêmica) e outros diagnósticos, são de risco para o desenvolvimento de neuropatia, a qual é na maioria dos casos, uma combinação de miopatia e neuropatia⁵. A fraqueza dos músculos ventilatórios que se segue é provavelmente um dos maiores determinantes da falha na retirada da VPM de pacientes recuperando-se de doenças graves.

A infecção também é um fator importante relacionado ao atraso no desmame da VPM e da extubação. A presença do tubo traqueal por período superior a três dias, aumenta de forma significativa o risco de pneumonia intra-hospitalar, determinando maior tempo de permanência hospitalar, bem como o aumento da mortalidade⁶.

A insuficiência cardíaca também pode ocasionar atraso no desmame da VPM e na extubação. Em pacientes submetidos ao teste de respiração espontânea, uma diminuição progressiva na saturação venosa de oxigênio, ocasionada por diminuição no transporte de oxigênio e por aumento na sua extração, aumentam a taxa de falha da extubação⁷. Uma permanência prolongada em unidade de cuidados intensivos também pode levar a complicações decorrentes do confinamento no leito e das alterações nas condições gerais, incluindo composição muscular esquelética, a resposta cardiovascular ao estresse, a desmineralização óssea, a perda protéica e a diminuição da água corpórea total⁶.

Na população pediátrica geral, em processo de extubação, tem-se utilizado índices ventilatórios (índice de respiração rápida superficial – IRS⁸, produto do IRS⁸ e força muscular inspiratória – PiMáx⁹, entre outros), a análise dos parâmetros da VPM e dos gases sanguíneos pré-extubação, índice de oxigenação (IO) e a pressão média das vias aéreas (MAP) para determinar o “momento ideal” da extubação na tentativa de reduzir o tempo de desmame e realizar a extubação com maior segurança¹⁰. Entretanto, em crianças no POC, tem-se estudado fatores de risco para falha na extubação relacionados às características clínicas e ao uso de fármacos^{1,9,11,12}, não tendo sido estudados anteriormente a mecânica ventilatória como fatores de risco para a falha na extubação desta população.

Visto as particularidades da criança no POC que são mantidas em VPM e a relevância de otimizar-se o desmame e a extubação destas crianças, este estudo tem como objetivo identificar os fatores de risco para falha na extubação de crianças no POC, no que se refere à mecânica ventilatória [IRS, relação carga/força (RCF),

PiMáx, força muscular expiratória (PeMáx), parâmetros da VPM], aos gases sanguíneos, IO e MAP.

MÉTODO

Após a aprovação do Comitê de Ética da PUC-RS (CEP 271/04) e consentimento informado, realizou-se este estudo observacional, do tipo transversal prospectivo, no período entre março de 2004 e março de 2006 na unidade de terapia intensiva pediátrica (UTIP) de hospital universitário. Esta UTIP possui 12 leitos e recebe aproximadamente 500 pacientes por ano com idade que varia entre 30 dias e 15 anos, incluindo pacientes clínicos e cirúrgicos (cirurgia gástrica, ortopédica, neurológica, cardíaca e transplante renal)^{13,14}.

São utilizados três modelos de aparelhos de VPM nesta UTIP: Siemens Servo 300, Sechrist IV 100B e Sechrist IV 200. As crianças, geralmente, recebem suporte ventilatório nos modos de ventilação mandatória intermitente (IMV) ou ventilação sincronizada intermitente (SIMV), com o aparelho em pressão controlada. Foram utilizados para este estudo dois equipamentos analógicos da UTIP para avaliar o volume-minuto expiratório e a força dos músculos ventilatórios, respectivamente: Ventilômetro Chamedá[®] e o Manovacuômetro WIKÁ[®]. Estes equipamentos foram calibrados pela equipe de engenharia médica do hospital somente antes de iniciar este estudo.

Foram incluídas neste estudo todas as crianças mantidas em VPM invasiva no POC, que estivessem aptas para a extubação. A UTIP onde foi realizado o estudo não seguia um protocolo formal para o desmame da VPM, mas os médicos da unidade hospitalar utilizavam os seguintes parâmetros para a extubação: FiO₂ ≤ 0,40%, pressão de pico inspiratória (PIP) ≤ 25 cmH₂O, pressão expiratória positiva final (PEEP) ≤ 5 cmH₂O e frequência respiratória ≤ 8 ciclos por minuto. Adicionalmente à resolução da doença de base, estabilização hemodinâmica e eletrolítica, e níveis adequados de hemoglobina¹³. Foi considerado sucesso na extubação quando não houvesse necessidade de re-intubação em até 48h.

Uma hora antes da extubação foram coletados, os gases sanguíneos, os parâmetros da VPM e avaliados os escores de sedação de Ramsay. Foram coletadas dos prontuários as características demográficas da amostra (sexo, idade, peso, diagnóstico médico). A avaliação da mecânica ventilatória foi realizada imediatamente antes da extubação: o volume-minuto expirado (V_E) foi avaliado com a conexão do ventilômetro

no tubo traqueal da criança durante um minuto, para calcular o IRS $[(FR/VC)/Peso]^8$ e a RCF $[15 \times (3 \times MAP) / (PIMáx + 0,03) \times IRS - 5]^{17}$; a força dos músculos ventilatórios (PIMáx e PeMáx) foi avaliada através da conexão do manovacuômetro durante 20 segundos no tubo traqueal de cada criança, anotando-se a maior incurso realizada pela criança^{15,16}; a MAP $[(PIP - PEEP) \times Ti / (Te + Ti)] + PEEP^{13}$, IO $[(FiO_2 \times MAP / PaO_2) \times 100]^{13}$ e o tempo de utilização de VPM foram calculados após a cirurgia.

A mensuração do volume-minuto expiratório e da força da musculatura ventilatória foi interrompida naquelas crianças que apresentassem diminuição da saturação arterial de oxigênio, bradicardia ou taquicardia, bradínéia ou taquipnéia no momento da aferição. Os testes foram repetidos assim que houvesse estabilidade clínica da criança.

Para a identificação dos fatores de risco para a falha na extubação a amostra foi subdividida em Grupo Falha e Grupo Sucesso na extubação. Os dados foram tabulados e analisados através do Programa SPSS versão 11.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA). Foram aplicados os testes de Mann-Whitney para as variáveis não paramétricas; *t* de Student para as variáveis paramétricas e o teste Qui-quadrado de Pearson para a análise das variáveis qualitativas. As diferenças entre os grupos falha e sucesso na extubação foram consideradas significativas quando encontrado um $p \geq 0,05$ através da aplicação dos testes estatísticos. Os resultados estão demonstrados em frequência, percentual (%), média mais ou menos desvio-padrão da média (média \pm DP), e mediana e seu intervalo de confiança em percentual de 25% e 75% (IC_{25%-75%}). O ponto de corte das variáveis (melhor sensibilidade e especificidade) foi obtido através da curva ROC, considerado significativo quando a área abaixo da curva fosse $\geq 0,5$.

RESULTADOS

Neste estudo, foram avaliadas 59 crianças no POC, com mediana (IC_{25%-75%}), idade de 36 (12-82) meses, peso de 12,31 (8,13-20,01) kg, escore de sedação de Ramsay de 3 (2-3) e tempo de VPM de 1 (1-3) dias. A falha na extubação ocorreu em 19% (11/59) da amostra.

Comparando-se os grupos sucesso e falha observou-se diferença estatística no tempo de VPM entre eles, respectivamente [1(1-2) *versus* 3(2-5) dias] da extubação (Tabela 1). Não foram observadas diferenças nos parâmetros da VPM utilizadas uma hora antes da extubação. Entretanto, o grupo falha apresentou volume-

minuto expiratório ($1,7 \pm 0,82$ mL/kg/min) menor ($p = 0,003$) quando comparado ao grupo sucesso ($3 \pm 2,7$ mL/kg/min) (Tabela 2).

Tabela 1 – Características Clínicas das Crianças no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca, Mantidas em Ventilação Pulmonar Mecânica (VPM). Comparação entre as que Evoluíram com Falha e as que Evoluíram com Sucesso da Extubação.

Variáveis	Falha = 11 (19%)	Sucesso = 48 (81%)	Valor de p
Idade: mediana (IQ25%-75%) (meses)	16 (7-75)	44 (40 - 66)	0,21
Peso: mediana (IQ25%-75%) (Kg)	9 (6-20)	13 (13-19)	0,17
Sexo F:M	8:3	27:21	0,60
Escala de sedação de Ramsay	3 (3-4)	3(2-3)	0,12
Diagnóstico clínico (nº casos)			
CIV	3	15	
CIA	2	12	
PCA	0	5	
Tetralogia de <i>Falot</i>	4	9	
DSAV total	0	3	0,60
Coarctação da aorta	0	3	
insuficiência mitral	2	0	
Transposição de grandes artérias	0	1	
Tempo VPM	3 (2-5)	1 (1-2)	0,026

CIV = comunicação interventricular; CIA = comunicação interatrial; PCA = canal atrial persistente; DSAV = drenagem anômala de veias pulmonares.

Tabela 2 – Parâmetros da Ventilação Pulmonar Mecânica (VPM) no Pós-Operatório Cardíaco, Avaliados Uma Hora antes da Extubação.

Variáveis	Falha = 11 (19%)	Sucesso = 48 (81%)	Valor de p
PIP (cmH ₂ O)	22 \pm 7	24 \pm 5	0,60
PEEP (cmH ₂ O)	6 \pm 2	5 \pm 2	0,10
FR (ipm)	13 \pm 9	12 \pm 5	0,60
FiO ₂ (%)	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	-
Ti (seg)	0,8 \pm 0,1	0,8 \pm 0,1	-
Te (seg)	5 \pm 3	6 \pm 3	0,64
VC (mL/kg)	7,6 \pm 11,8	6,3 \pm 4,8	0,73
V _E (mL/kg/min)	1,7 \pm 0,82	3 \pm 2,7	0,003

PIP = pico de pressão inspiratória; PEEP = pressão expiratória positiva; FR = frequência respiratória; FiO₂ = fração inspirada de oxigênio; Ti = tempo inspiratório; Te = tempo expiratório; VC = volume-corrente; V_E = volume-minuto expiratório

Analisando as características ventilatórias da amostra verificou-se, que o grupo falha apresentou uma média \pm DP da pressão parcial de oxigênio [PaO₂ (64 \pm 34) *versus* (111 \pm 50) mmHg; $p = 0,002$] menor do que o grupo sucesso na extubação, não houve diferenças quanto aos demais dados da gasometria arterial entre os grupos. Na análise dos índices ventilatórios, observou-se que o grupo falha apresentou menores valores da Pi-Máx [(53 \pm 18) *versus* (78 \pm 28) cmH₂O; $p = 0,002$] em

relação ao grupo sucesso; maior mediana (IC_{25%-75%}) da RCF [8(6-11) versus 5 (4-6); p = 0,002] e maior valor do IO [5(3-8) versus 2(2-4); p = 0,005] (Tabela 3).

Tabela 3 - Características da Gasometria Arterial, PiMáx, PeMáx, IRS, Relação Carga/Força, MAP e IO antes da Extubação.

Variáveis	Falha = 11 (19%)	Sucesso = 49 (81%)	Valor de p
pH	7,38 ± 0,7	7,40 ± 0,8	0,32
PaCO ₂ (mmHg)	37 ± 10	35 ± 10	0,54
PaO ₂ (mmHg)	64 ± 34	111 ± 50	0,002
HCO ₃ ⁻	21 ± 5	21 ± 4	0,83
SaO ₂ (%)	87 ± 22	95 ± 9	0,30
PiMáx (cmH ₂ O)	53 ± 18	78 ± 28	0,002
PeMáx (cmH ₂ O)	60 ± 26	74 ± 22	0,14
IRS (FR/min/mL/kg)	9 (-10-58)	6 (6-13)	0,22
Relação carga/força	8 (6-11)	5 (4-6)	0,002
MAP	8 (7-11)	8 (7-8)	0,20
IO	5 (3-8)	2 (2-4)	0,005

PaCO₂ = pressão parcial de gás carbônico; PaO₂ = pressão parcial de oxigênio; IRS = índice de respiração rápida superficial; PiMáx = pressão inspiratória máxima; PeMáx = pressão expiratória máxima; MAP = pressão média nas vias aéreas; IO = índice de oxigenação

Através da curva ROC foram encontrados o ponto de corte para a RCF ≥ 4 (área 0,80; p = 0,002), IO ≥ 2 (área 0,74; p = 0,017) ambos com 100% de sensibilidade e 80% de especificidade; para a PiMáx ≤ -35 cmH₂O (área 0,23; p = 0,004) com 80% de sensibilidade e 60% de especificidade como fatores de risco para a falha na extubação.

DISCUSSÃO

Até o momento, não existem preditores de alterações da mecânica ventilatória, para crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca, que possam ser utilizados para estabelecer o desmame e a retirada da VPM com sucesso. A decisão de extubação, nestes casos, tem sido baseada na estabilidade clínica e nos gases sanguíneos^{2,18}.

Alguns estudos^{1,2,19,20-22} identificaram fatores de risco para falha da extubação de crianças no pós-operatório cardíaco, em diversas situações clínicas: pré-operatório: tipo de cardiopatia, utilização de VPM prévia, hipertensão pulmonar, síndrome de Down; intra-operatório: tempo de CEC, tipo de correção cirúrgica, parada circulatória com hipotermia profunda; pós-operatório: infecção, disritmias, doença pulmonar, suporte inotrópico por mais do que 48h, paralisia diafragmática, traqueobroncomalácea, tórax aberto e atelectasia pulmonar.

As alterações da mecânica ventilatória no pós-operatório cardíaco podem interferir no sucesso da extubação

em Pediatria; entretanto, este assunto não foi discutido em estudos anteriores^{1-3,19,23}, apresentando resultados escassos e conflitantes quando se analisa a mecânica ventilatória desta população²⁴. A monitoração e a avaliação da mecânica ventilatória são fundamentais em cuidados intensivos para auxiliar na decisão de submeter ou não o paciente a VPM invasiva ou não-invasiva, monitorar os parâmetros estabelecidos no suporte ventilatório, determinar a progressão da doença e auxiliar no processo de desmame da VPM e extubação^{25,26}. Dentre as alterações da mecânica ventilatória, uma das estudadas no POC²⁷ (com pacientes adultos) foram as alterações da caixa torácica (esternotomia e a CEC, que determinam aumento da elastância do sistema ventilatório). Os estudos em Pediatria^{24,28} que avaliam a mecânica ventilatória, demonstrando aumento da complacência dinâmica e da resistência total do sistema ventilatório no POC, não correlacionam estes achados com a falha da extubação.

Os critérios de extubação para os pacientes com cardiopatia congênita são iguais a qualquer outro tipo de paciente em VPM^{29,30}. No POC, a criança deve apresentar os seguintes critérios: estar desperta, reativa e com bom tônus muscular; débito cardíaco adequado (de acordo com a idade) com mínimo suporte inotrópico; PaO₂ entre 80 e 100 mmHg; com FiO₂ < 0,50% (exceto em cardiopatias cianóticas); temperatura retal 36° C; sem evidência de acidose metabólica, nem secreção abundantes nas vias aéreas ou em crise convulsiva; débito do dreno torácico < 1 mL/kg/h; hemostasia controlada³⁰.

Não existem pontos de corte específicos para a avaliação da mecânica ventilatória, até então, em crianças com cardiopatia congênita. Entretanto; atualmente, existe uma conduta crescente em se realizar extubação precoce no bloco cirúrgico ou imediatamente à entrada na unidade de terapia intensiva^{31,32}.

Neste estudo, observou-se que as crianças com tempo de VPM ≥ 3 dias, volume-minuto expiratório ≤ 1,7 mL/kg/min, PaO₂ ≤ 64 mmHg, PiMáx ≤ - 53 cmH₂O; RCF= 8 e IO ≥ 5 apresentaram falha da extubação, com melhor ponto de corte para prevê-lo em RCF ≥ 4; IO ≥ 2 e PiMáx ≤ -35 cmH₂O.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas, pois não foi possível identificar o risco destas variáveis para falha da extubação, através da regressão logística, pois o número de casos de falha na extubação nestas variáveis foi pequeno para este tipo de análise, a ausência de um protocolo de desmame da VPM e de extubação precoce destes pacientes, não foi

avaliada a sedação e outros fármacos administrados na amostra durante a realização deste estudo.

Este foi o primeiro estudo avaliando a mecânica ventilatória (PiMáx, PeMáx, VC espontâneo, V_E e RCF) de crianças no POC. Apesar de terem sido encontrados alguns resultados positivos, ainda são necessários outros estudos prospectivos com protocolos estabelecidos de desmame da VPM e extubação traqueal.

REFERÊNCIAS

01. Szekely A, Sapi E, Kiraly L et al - Intraoperative and postoperative risk factors for prolonged mechanical ventilation after pediatric cardiac surgery. *Paediatr Anaesth*, 2006;16:1166-1175.
02. Harrison AM, Cox AC, Davis S et al - Failed extubation after cardiac surgery in young children: Prevalence, pathogenesis, and risk factors. *Pediatr Crit Care Med*, 2002;3:148-152.
03. Harkel AD, van der Vorst MM, Hazekamp MG et al - High mortality rate after extubation failure after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Cardiol*, 2005;26:756-761.
04. Connor JA, Gauvreau K, Jenkins KJ - Factors associated with increased resource utilization for congenital heart disease. *Pediatrics*, 2005;116:689-695.
05. Amaya-Villar R, Garnacho-Montero J, Ortiz-Leyba C et al - Polyneuropathy and discontinuation from mechanical ventilation. *Clin Pul Med*, 2006;13:348-352.
06. Carvalho WB, Hirschheimer MR, Matsumoto T - *Terapia Intensiva Pediátrica*. 3ª Ed, Rio de Janeiro: Atheneu; 2006.
07. Jubran A - Monitoring patient mechanics during mechanical ventilation. *Crit Care Clin*, 1998;14:629-653.
08. Noizet O, Leclerc F, Sadik A et al - Does taking endurance into account improve the prediction of weaning outcome in mechanically ventilated children? *Crit Care*, 2005;9:R798-R807.
09. Bandla HP, Hopkins RL, Beckerman RC et al - Pulmonary risk factors compromising postoperative recovery after surgical repair for congenital heart disease. *Chest*, 1999;116:740-747.
10. El-Katib MF, Baumeister B, Smith PG et al - Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: does it predict successful extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med*, 1996;22:264-268.
11. Brown KL, Ridout DA, Goldman AP et al - Risk factors for long intensive care unit stay after cardiopulmonary bypass in children. *Crit Care Med*, 2003;31:28-33.
12. la Reguera G, Buendia A - Risk factors for prolonged mechanical ventilation after surgical repair of congenital heart disease. *Arch Cardiol Mex*, 2005;75:402-407.
13. Fontela PS, Piva JP, Garcia PC et al - Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*, 2005;6:166-170.
14. Einloft PR, Garcia PC, Piva JP - Perfil epidemiológico de dezesseis anos de uma unidade de terapia intensiva pediátrica. *Rev Saúde Pública*, 2002;36:728-733.
15. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:518-624.
16. Caruso P, Friedrich C, Denari SD et al - The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest*, 1999;115:1096-1101.
17. Vassilakopoulos T, Routsi C, Sotiropoulou C et al - The combination of the load/force balance and the frequency/tidal volume can predict weaning outcome. *Intensive Care Med*, 2006;32:684-691.
18. Neirotti RA, Jones D, Hackbarth R et al - Early extubation in congenital heart surgery. *Heart Lung Circ*, 2002;11:157-161.
19. Limperopoulos C, Majnemer A, Shevell MI et al - Predictors of developmental disabilities after open heart surgery in young children with congenital heart defects. *J Pediatr*, 2002;141:51-58.
20. Nozawa E, Azeka E, Ignez Z M et al - Factors associated with failure of weaning from long-term mechanical ventilation after cardiac surgery. *Int Heart J*, 2005;46:819-831.
21. Suominen P, Palo R, Sairanen H et al - Perioperative determinants and outcome of cardiopulmonary arrest in children after heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2001;19:127-134.
22. Vida VL, Leon-Wyss J, Rojas M et al - Pulmonary artery hypertension: is it really a contraindicating factor for early extubation in children after cardiac surgery? *Ann Thorac Surg*, 2006;81:1460-1465.
23. Fischer JE, Allen P, Fanconi S - Delay of extubation in neonates and children after cardiac surgery: impact of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med*, 2000;26:942-949.
24. Stayer SA, Diaz LK, East DL et al - Changes in respiratory mechanics among infants undergoing heart surgery. *Anesth Analg*, 2004;98:49-55.
25. Arunabh, Feinsilver SH - Respiratory monitoring. *Respir Care Clin N Am*, 2000;6:523-543.
26. Manczur TI, Greenough A, Pryor D et al - Assessment of respiratory drive and muscle function in the pediatric intensive care unit and prediction of extubation failure. *Pediatr Crit Care Med*, 2000;1:124-126.
27. Ranieri VM, Vitale N, Grasso S et al - Time-course of impairment of respiratory mechanics after cardiac surgery and cardiopulmonary bypass. *Lippincott Williams & Wilkins* 1999;27:1454-1460.
28. Habre W, Schutz N, Pellegrini M et al - Preoperative pulmonary hemodynamics determines changes in airway and tissue mechanics following surgical repair of congenital heart diseases. *Pediatr Pulmonol*, 2004;38:470-476.
29. Santschi M, Gauvin F, Hatzakis G et al - Acceptable respiratory physiologic limits for children during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*, 2007;33:319-325.
30. Vázquez Martínez JL, Martos Sánchez I, Alvarez Rojas E et al - Ventilation in special situations. Mechanical ventilation in congenital cardiopathies and pulmonary hypertension. *An Pediatr (Barc)*, 2003;59:372-376.
31. Davis S, Worley S, Mee RB et al - Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children. *Pediatr Crit Care Med*, 2004;5:63-68.
32. Kloth RL, Baum VC - Very early extubation in children after cardiac surgery. *Crit Care Med*, 2002;30:787-791.