

Fatores associados ao insucesso no desmame ventilatório de crianças submetidas a cirurgia cardíaca pediátrica

Factors associated with failure in ventilatory weaning of children undergone pediatric cardiac surgery

Zuleica Menezes SILVA¹, Angela PEREZ¹, Anelise Dentzien PINZON¹, Claudia Pires RICACHINEWSKY², Daniele Ruzzante RECH³, Janice Luisa LUKRAFKA⁴, Paula Maria Eidt ROVEDDER⁴

RBCCV 44205-1023

Resumo

Objetivo: Verificar os fatores associados ao insucesso no desmame de crianças submetidas a correção cirúrgica de cardiopatias congênitas.

Métodos: Estudo de coorte. A amostra foi composta de 29 crianças. As cardiopatias foram divididas em cianóticas (nove crianças) e acianóticas (20 crianças). Foram estudadas crianças de 0 a 5 anos, submetidas a cirurgia cardíaca com permanência em ventilação mecânica invasiva.

Resultados: O grupo insucesso apresentou valor menor na SpO₂ e valores maiores nos dias de permanência em VMI e na FiO₂ quando comparados ao grupo sucesso ($P < 0,05$). Observou-se que quatro (14%) crianças tiveram insucesso no desmame, sendo necessário retornar a prótese ventilatória antes de 48 horas após a extubação.

Conclusão: Os dias de VMI, a SpO₂ reduzida e a FiO₂ elevada foram os principais fatores associados à falha na extubação neste grupo de pacientes.

Descritores: Procedimentos cirúrgicos cardíacos. Cardiopatias congênitas/cirurgia. Respiração artificial. Desmame do respirador/efeitos adversos.

Abstract

Objective: To assess factors associated with failure in ventilatory weaning of children undergone surgical correction of congenital heart diseases.

Methods: Cohort study with 29 children. The heart diseases were divided into cyanotic (nine children) and acyanotic (20 children). We studied children from 0 to 5 years who underwent heart surgery with invasive mechanical ventilation.

Results: The failure group presented smaller value in SpO₂ and higher values during days of stay in IMV and FiO₂ when compared to the success group ($P < 0,05$). It was observed that 4 children (14%) had failed in weaning, being necessary to return the ventilatory prosthesis before 48 hours after extubation.

Conclusion: The days of IMV, SpO₂ and FiO₂ were the main factors associated with failed extubation in this group of patients.

Descriptors: Cardiac surgical procedures. Heart defects, congenital/surgery. Respiration, artificial. Ventilator weaning/adverse effects.

1. Fisioterapeuta.
2. Mestre; Chefe da UTI Pediátrica do Hospital da Criança Santo Antônio, Complexo Hospitalar Santa Casa, Porto Alegre, RS; Intensivista pediátrica, do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, RS.
3. Mestrado em Ciências do Movimento – UFRGS; Professora do Centro Universitário Metodista IPA.
4. Mestrado em Ciências Médicas UFRGS; Professora do Centro Universitário Metodista IPA.

da Criança Santo Antônio - Complexo Hospitalar Santa Casa, Porto Alegre, RS, Brasil.

Endereço para correspondência:

Paula Maria Eidt Rovedder
Av. Domingos Crescêncio, 185/502 – Santana – Porto Alegre, RS – Brasil – CEP 90650-090.
E-mail: larove_@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas são as principais causas de mortalidade entre os recém-nascidos. Podem ser classificadas em cardiopatias congênitas acianóticas e cianóticas. As cardiopatias congênitas acianóticas ocorrem por desvio de sangue da esquerda para a direita, por obstrução ao nível das câmaras cardíacas esquerdas ou direitas, e ainda por anomalias congênitas das artérias coronárias. Nas cardiopatias congênitas cianóticas, ocorre desvio de sangue da direita para a esquerda, em decorrência de lesões obstrutivas de câmaras cardíacas direitas acompanhadas de comunicação intracavitária ou as cardiopatias levam à dessaturação do fluxo sanguíneo sistêmico por mistura da circulação sistêmica com a circulação pulmonar ou por discordância da conexão ventrículo-arterial [1-3].

No Brasil, a prevalência de cardiopatias congênitas é de aproximadamente 5,5:1.000 nascidos vivos segundo Guitti [4], sendo que a maioria destas crianças não sobreviveria até a idade adulta sem uma intervenção cirúrgica.

A indicação para a correção cirúrgica da maioria das cardiopatias congênitas tornou-se hoje rotineira e quase sistemática, logo após a caracterização diagnóstica. O manejo pós-operatório destes pacientes requer o acompanhamento em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com uso de ventilação mecânica invasiva (VMI) no período pós-operatório imediato [2,3,5].

As crianças que realizam cirurgia cardíaca são extubadas logo após o término ou diminuição do efeito anestésico, pois o uso prolongado pode causar pneumonias, hipertrofia do diafragma e o aumento da morbidade e da mortalidade. Fatores como a necessidade de circulação extracorpórea (CEC) podem levar o paciente à VMI prolongada, interferindo no desmame desta criança [6-8].

A retirada abrupta ou até mesmo inadequada da prótese ventilatória de pacientes que não apresentam condições de extubação pode resultar em desequilíbrio clínico e necessidade de reintubação, os quais podem repercutir adversamente na evolução clínica do paciente [6,9-11]. As condições clínicas para o sucesso na extubação abrangem: adequada frequência respiratória, ausência de utilização de musculatura acessória, ausência de batimentos de asa de nariz, estabilidade hemodinâmica e ausência de crises convulsivas [4]. Ainda assim, selecionar o tempo mais apropriado para a extubação é uma das decisões mais difíceis, pois existem várias publicações que identificam os fatores de risco para falha do desmame, contudo os critérios variam de estudo para estudo e não há na literatura protocolos exatos com dados específicos validados para este grupo de pacientes [12-14].

Portanto, este estudo teve como objetivo estudar os

fatores associados ao insucesso no desmame da VMI em crianças submetidas a correção cirúrgica de cardiopatias congênitas.

MÉTODOS

O presente trabalho constituiu-se em um estudo de coorte em pacientes internados na unidade cardíaca da UTI do Hospital da Criança Santo Antônio (HCSA), em pós-operatório imediato de correção cirúrgica de cardiopatia congênita.

O projeto de base foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar Santa Casa e do Centro Universitário Metodista IPA, Porto Alegre, RS (Protocolo número 1228-06 e parecer complementar número 076-06). Foram obtidos termos de consentimento pós-informação de todos os responsáveis pelos pacientes.

População do estudo

Foram incluídos os pacientes em pós-operatório imediato de correção cirúrgica de cardiopatia congênita, com idade de 0 a 5 anos, de ambos os sexos, internados na unidade cardíaca da UTI do HCSA, que necessitaram de VMI no período entre novembro 2006 a julho de 2007.

A amostra inicial foi composta de 32 pacientes; houve perda de três pacientes, que foram a óbito no período ainda de VMI. Portanto, a amostra final do estudo foi composta por 29 crianças.

Os critérios de exclusão do estudo: pacientes com seqüelas neurológicas, portadores de síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), ocorrência de parada cardiorrespiratória durante o transoperatório, crianças com sepse e permanência de esterno aberto.

Medidas e instrumentos

Os pacientes foram observados diariamente, duas vezes ao dia, às 11h e às 18h, até um período de 48 horas após a extubação da prótese ventilatória para verificação e registro dos parâmetros de VMI. As variáveis estudadas foram: pressão inspiratória (PI), pressão expiratória positiva final (PEEP), fração inspirada de oxigênio (FiO₂), volume de ar corrente (VAC), volume-minuto (VM); frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), valores gasométricos; doença de base, tipo de cardiopatia (cianótica ou acianótica), procedimento cirúrgico realizado (uso de CEC, tipo de anestesia e tempo de cirurgia), além do registro quanto à realização do atendimento fisioterapêutico.

Os aparelhos de VMI utilizados pelos pacientes foram SECHRIST (Model IV- 100 B, Model IV-200 e Millenium) e Servo Ventilator 300. Os aparelhos de oximetria de pulso e monitorização cardíaca utilizados foram Agilent V24, Marquette Hellige - Eagle 1000, Philips Anestesia V24 e Hewlett Packard Model 54S.

A ventilometria foi realizada por um aparelho analógico da marca Ohmeda; o qual era acoplado à válvula exalatória do ventilador mecânico durante um minuto, obtendo-se, então, a medida do VM. Os parâmetros foram coletados com o paciente na posição supina. As variáveis observadas na ventilometria foram: VAC, VM e FR, sendo que o VAC foi determinado pela relação do VM pela FR.

A coleta de sangue para a realização da gasometria arterial foi realizada por técnicos de enfermagem, com seringa heparinizada, em condições anaeróbias, conforme rotina da UTI. Foi realizada habitualmente uma vez ao dia, ou conforme o estado geral do paciente, as artérias usualmente puncionadas foram a radial, a femoral, a braquial ou a ulnar.

No cálculo da amostra, considerando-se um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%, calculou-se o tamanho da amostra em 94 crianças.

Análise estatística

Os dados foram digitados em base de dados no programa Microsoft® Excel 2000, sendo processados e analisados com auxílio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 13.0. Os dados quantitativos foram apresentados como média \pm desvio padrão (DP). Os dados qualitativos foram expressos em n (% de todos os pacientes).

A análise dos dados quantitativos com distribuição normal foi realizada pelo teste ANOVA. A análise dos dados contínuos sem distribuição normal foi realizada pelo teste U de Mann-Whitney. Os dados qualitativos foram analisados pelo teste do qui-quadrado, utilizando, se necessário, correção de Yates ou teste exato de Fisher.

O nível de significância estatístico utilizado foi $P < 0,05$. No cálculo da amostra, considerando-se um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%, calculou-se o tamanho da amostra em 94 crianças. Este estudo encontra-se em andamento, portanto, este artigo apresenta a análise de 29 crianças estudadas no período de janeiro a setembro de 2007.

RESULTADOS

Os pacientes foram classificados em grupo sucesso (GS) e grupo insucesso (GI); o GS correspondeu àqueles pacientes que permaneceram sem necessidade de auxílio ventilatório por um período maior que 48 horas após a extubação e o GI foi definido como o grupo que necessitou de suporte ventilatório em um período inferior a 48 horas após a retirada da prótese ventilatória.

A Tabela 1 apresenta as características gerais dos pacientes estudados, sendo 17 (58,6%) crianças do sexo masculino. As cardiopatias congênicas foram subdivididas em cianóticas, totalizando nove (31%) crianças e

acianóticas, com 20 (69%) crianças. Durante os dias de permanência em VMI, do total de 29 crianças estudadas, apenas 15 (51,7%) delas receberam atendimento de fisioterapia respiratória por solicitação da equipe médica. As outras 14 crianças não tinham prescrição médica para realização da fisioterapia.

Tabela 1. Características gerais dos pacientes

	Número	Percentil
Sexo		
Masculino	17	58,60%
Feminino	12	41,40%
Desmame		
Sucesso	25	86%
Insucesso	4	14%
Cardiopatias (n)		
Cianótica	9	31%
Acianótica	20	69%
Fisioterapia		
Sim	15	51,70%
Não	14	48,30%

Teste Qui-quadrado e Teste de Fischer. GS= grupo sucesso; GI= grupo insucesso

Após a retirada da prótese ventilatória, 25 (86%) crianças obtiveram sucesso e quatro (14%) tiveram insucesso, com necessidade de retorno ao suporte ventilatório dentro do período de 48 horas após a extubação.

As variáveis observadas para verificar os fatores associados ao sucesso e ao insucesso do desmame foram analisadas uma a uma quanto à distribuição na amostra.

A Tabela 2 apresenta as variáveis demográficas e clínicas em crianças no pós-operatório de cardiopatias congênicas. Foi encontrada diferença significativa nos dias de VMI ($P=0,005$), sendo que o GI permaneceu maior período em VMI. A comparação da fração inspirada de oxigênio (FiO_2) apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P=0,028$), pois GI necessitou de valores maiores de FiO_2 . O GI apresentou valores de saturação periférica de oxigênio (SpO_2) significativamente menores que o GS ($P=0,004$). Não foram encontradas diferenças significativas nos demais parâmetros analisados entre os dois grupos ($P > 0,05$).

A Tabela 3 apresenta os valores gasométricos nas crianças em pós-operatório de cardiopatias congênicas. Nos parâmetros observados da gasometria não houve significância estatística nos valores ($P > 0,05$).

Tabela 2. Variáveis demográficas e clínicas em crianças em pós-operatório de cirurgia cardíaca

	GS (n=25)	GI (n=4)	P
	Média ± DP	Média ± DP	
Peso (kg)	6,18 ± 2,90	5,02 ± 2,65	0,459
Idade (meses)	9,96 ± 11,91	3,83 ± 3,60	0,321
Tempo cirurgia (h)	3,11 ± 0,99	2,54 ± 1,53	0,326
Dias em VMI	3,43 ± 4,52	13,50 ± 8,66	0,005*
CEC (min)	56,80 ± 47,57	29,37 ± 57,09	0,305
FC (bpm)	132,52 ± 20,89	136,75 ± 15,90	0,703
FR (irpm)	14,0 ± 4,19	16,0 ± 6,60	0,512
SpO ₂ (%)	93,44 ± 8,03	70,0 ± 15,05	0,004*
VM (l)	9,27 ± 3,17	11,24 ± 0,96	0,137
VAC (ml)	689,0 ± 358	774,0 ± 332	0,662
PI (cmH ₂ O)	19,80 ± 4,05	23,0 ± 4,76	0,162
PEEP (cmH ₂ O)	4,48 ± 0,91	4,75 ± 1,25	0,606
FiO ₂ (%)	34,72 ± 9,59	52,75 ± 33,71	0,028*

Teste ANOVA = análise de variância. *p < 0,05. DP = desvio padrão; CEC = circulação extracorpórea; VMI = ventilação mecânica invasiva; PI = pressão inspiratória; PEEP = pressão expiratória final; VM = volume minuto; GS = grupo sucesso; GI = grupo insucesso

Tabela 3. Valores gasométricos nas crianças em pós-operatório de cardiopatias congênitas

	GS (n=25)	GI (n=4)	P
	Média ± DP	Média ± DP	
pH	7,36 ± 0,06	7,37 ± 0,07	0,757
PaCO ₂	42,75 ± 9,88	45,50 ± 21,62	0,668
PaO ₂	74,52 ± 34,47	49,75 ± 14	0,172
EB	1,26 ± 4,14	0,15 ± 8,26	0,588
HCO ₃	22,48 ± 5,18	25 ± 9,55	0,430

Teste ANOVA = análise de variância; PaCO₂ = pressão arterial de gás carbônico; PaO₂ = pressão arterial de oxigênio; EB = excesso de base; HCO₃ = bicarbonato; GS = grupo sucesso; GI = grupo insucesso

DISCUSSÃO

Em nosso estudo, observamos que as crianças que permaneceram mais dias em VMI foram aquelas que tiveram insucesso no desmame. No estudo de Farias et al. [14], o tempo de VMI que antecedeu à extubação foi maior no grupo que obteve insucesso no desmame. Fontela et al. [15] estudaram crianças em VMI e 10,5% delas necessitaram de reintubação em um período de até 48h após a extubação, destas as que tiveram maior taxa de risco para falha no desmame foram aquelas que utilizaram VMI por mais de 15 dias. Quando há o desmame tardiamente, a criança

permanece um maior tempo na UTI, mas, em contrapartida, se há a interrupção prematura da VMI, o risco de falha de extubação aumenta consideravelmente [6,16-19].

O parâmetro SpO₂ apresentou diferença significativa com média de 93,44% ± 8,03% no GS e 70% ± 15,05% no GI (P=0,004). Este achado é coincidente com estudo prévio que demonstrou que as crianças que permaneceram mais dias em VMI e que possuíam uma SpO₂ mais baixa geralmente estavam relacionadas ao insucesso no desmame [20].

A FiO₂ apresentou valor significativamente maior no GI, com média de 34,72% ± 9,59%, no GS, e 52,75% ± 33,71%, no GI (P=0,028). Este dado coincide com o estudo de Vasiliki et al. [7], que estudaram 30 crianças prematuras submetidas a VMI, cujo desmame foi feito com uma FiO₂ menor que 40%, sendo observado que os valores mais altos estavam relacionados ao insucesso no desmame.

Em relação ao desmame da VMI, em 25 (86%) crianças considerou-se como sucesso no desmame, os pacientes que permaneceram 48 horas ou mais sem a necessidade de retornar para o suporte ventilatório. Porém, 4 (14%) crianças obtiveram necessidade de retorno para a VMI dentro deste período e foram classificadas como insucesso no desmame.

Estudos prévios mostraram que as crianças podem ter sucesso no desmame da VMI, respirando espontaneamente durante duas horas, sendo uma taxa de 15% destas crianças que voltam para o tubo [20-23]. Recentemente, foi demonstrado que a falha na extubação e, conseqüentemente, a reintubação dentro de um período de 48h possui um índice de mortalidade mais elevado do que aqueles que obtiveram sucesso no desmame [17,23,24].

Neste estudo não foi encontrada significância estatística em relação ao tempo de CEC, diferindo do estudo de Nozawa et al. [8], que estudaram 45 crianças com cardiopatias congênitas, sendo que 22 apresentaram tempo de CEC superior a 120 min e destas 15 (68%) evoluíram para o insucesso no desmame. No presente estudo, o GS (86%) apresentou média de CEC 56,8 ± 47,57 min, enquanto o GI (14%) apresentou média 29,37 ± 57,09 min (P=0,305). Estudos prévios mostraram que o tempo prolongado de CEC (120 min) está relacionado geralmente com o alto risco de insucesso e de retardo no desmame da VMI [18,23,25].

Na análise das variáveis dos pacientes que apresentavam cardiopatia cianótica e dos pacientes com cardiopatia acianótica, não encontramos significância estatística em relação ao sucesso e insucesso no desmame da prótese ventilatória. Uma hipótese para este achado pode estar no número de pacientes estudados nesta amostra não terem sido suficientes para demonstrarmos esta diferença estatística.

Não observamos diferença estatística no peso das crianças entre os dois grupos. Estudo realizado por Myague et al. [5], em pacientes com cardiopatias congênitas, demonstrou que a idade e o peso são significativamente

menores em crianças com cardiopatia congênita quando comparados a crianças saudáveis.

Em nosso estudo, o tipo de anestesia utilizada foi anestesia geral em 100% dos pacientes, e 4 crianças eram portadoras da síndrome de Down, não sendo encontrada nenhuma complicação devido à anestesia nestes pacientes. Diferindo do estudo de Edmunds et al. [25], que demonstraram que as crianças com cardiopatias congênicas estão mais propensas a desenvolver complicações durante a anestesia, principalmente as com síndrome de Down.

Os parâmetros da gasometria não apresentaram significância estatística em nosso estudo. Vasilik et al. [7] estudaram crianças prematuras submetidas a VMI e, se após a extubação apresentassem acidose respiratória (pH<7,20) ou picos de apnéia, elas eram reintubadas e consideradas insucesso no desmame. Bouso [23] verificou, em seus estudos, que a acidose favoreceria o insucesso no desmame.

Nosso estudo apresentou limitações, entre elas: as perdas durante a coleta, que foram três pacientes por óbito, por insuficiência renal aguda e por parada cardiorrespiratória; não ter sido registrado e analisado a idade gestacional, fator que pode estar associado ao insucesso no desmame; os pacientes utilizarem dois modelos diferentes de ventilador mecânico e oxímetros para controle da saturação periférica.

A incapacidade de sustentar a respiração espontânea após a retirada da prótese ventilatória tem sido um dos principais fatores de falha na extubação [10,21-24]. A inexistência de protocolos validados de extubação adequados para crianças em pós-operatório de cardiopatias congênicas colabora para o aumento nas taxas de insucesso no desmame desses pacientes [18,21-23].

CONCLUSÃO

O estudo em curso demonstrou que os dias de permanência em ventilação mecânica invasiva, a saturação periférica de oxigênio reduzida e os níveis elevados de fração inspirada de oxigênio relacionaram-se ao insucesso no desmame de crianças submetidas a cirurgia cardíaca, podendo-se inferir que esses três fatores devam ser observados durante o processo de desmame da ventilação mecânica invasiva.

REFERÊNCIAS

1. Guía JM, Boschb V, Castroc FJ, Téllezd C, Mercaderd B, Graciáne M. Factores influyentes en la evolución de la mortalidad de las cardiopatías congénitas. Estudio sobre 1.216 niños en la Comunidad Autónoma de Murcia (1978-1990). *Rev Esp Cardiol*. 2001;54(3):299-306.
2. Ebaid M, Azeka E, Ikari NM, Atik E. Cardiopatias congênicas: classificação e aproximação diagnóstica. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 1993;3(1):9-36.
3. Guitti JCS. Aspectos epidemiológicos das cardiopatias congênicas em Londrina, Paraná. *Arq Bras Cardiol*. 2000;74(5):395-9.
4. Carvalho AC, Célia S, Tebexreni AS, Pachon DQ. Insuficiência cardíaca congestiva. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 1993;1(1):83-92.
5. Miyague NI, Cardoso SM, Meyer F, Ultramari FT, Araújo FH, Rozkowisk I, et al. Estudo epidemiológico de cardiopatias congênicas na infância e adolescência. Análise de 4.538 casos. *Arq Bras Cardiol*. 2003;80(3):269-73.
6. Atik E. Indicação cirúrgica das cardiopatias congênicas. *Arq Bras Cardiol*. 1998;71(1):1-2.
7. Kavvadia V, Greenough A, Dimitriou G. Prediction of extubation failure in preterm neonates. *Eur J Pediatr*. 2000;159(4):227-31.
8. Nozawa E, Kobayashi E, Matsumoto ME, Feltrim MI, Carmona MJ, Auler Júnior J. Avaliação de fatores que influenciam no desmame de pacientes em ventilação mecânica prolongada após cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2003;80(3):301-5.
9. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med*. 2003;28(7):850-6.
10. Torres A, Gatell JM, Aznar E, el-Ebiary M, Puig de la Bellacasa J, González J, et al. Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(1):137-41.
11. Brickner ME, Hillis LD, Lange RA. Congenital heart disease in adults. Second of two parts. *N Engl J Med*. 2000;342(5):334-42.
12. Schultz TR, Lin RJ, Watzman HM, Durning SM, Hales R, Woodson A, et al. Weaning children from mechanical ventilation: a prospective randomized trial of protocol-directed versus physician-directed weaning. *Respir Care*. 2001;46(8):772-82.
13. Antunes LC, Rugolo LM, Crocci AJ. Efeito da posição do prematuro no desmame da ventilação mecânica. *J Pediatr*. 2003;79(3):239-44.
14. Farias JA, Alía I, Retta A, Olazarri F, Fernández A, Esteban A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med*. 2002;28(6):752-7.
15. Fontela PS, Piva JP, Garcia PC, Bered PL, Zilles K. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6(2):166-70.

16. Farias JA, Retta A, Alía I, Olazarri F, Esteban A, Golubicki A. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* 2001;27(10):1649-54.
17. Perez LP. Valor del rocuronio en la intubación nasotraqueal del niño cardiópata. *Rev Cubana Pediatr.* 2002;74(2):145-50.
18. Khan N, Brown A, Venkataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med.* 1996;24(9):1568-79.
19. Santschi M, Gauvin F, Hatzakis G, Lacroix J, Jouvet P. Acceptable respiratory physiologic limits for children during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2007;33(2):319-25.
20. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med.* 2002;28(5):535-46.
21. Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C, et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest.* 2001;120(6 Suppl):400S-24S.
22. Barrington KJ, Bull D, Finer NN. Randomized trial of nasal synchronized intermittent mandatory ventilation compared with continuous positive airway pressure after extubation of very low birth weight infants. *Pediatrics.* 2001;107(4):638-41.
23. Bousso A. Avaliação da relação entre espaço morto e volume corrente como índice preditivo de sucesso na retirada da ventilação mecânica em crianças gravemente enfermas. *J Pediatr.* 2006;82(5):347-53.
24. Davis S, Worley S, Mee RB, Harrison AM. Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children. *Pediatr Crit Care Med.* 2004;5(1):63-8.
25. Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest.* 2001;119(3):897-900.