

Medida da frequência respiratória e do volume corrente para prever a falha na extubação de recém-nascidos de muito baixo peso em ventilação mecânica

Evaluation of respiratory rate and tidal volume to predict extubation failure in mechanically ventilated very low birth weight infants

Josy Davidson¹, Milton Harumi Miyoshi², Amélia Miyashiro N. dos Santos³, Werther Brunow de Carvalho⁴

RESUMO

Objetivo: Verificar se a frequência respiratória (FR), o volume corrente (VC) e a relação FR/VC poderiam prever a falha na extubação em recém-nascidos de muito baixo peso submetidos à ventilação mecânica.

Métodos: Estudo prospectivo, observacional, de recém-nascidos com idade gestacional <37 semanas, peso ao nascer <1.500g, ventilados desde o nascimento por 48 horas a 30 dias. Após a indicação da retirada da ventilação mecânica, o neonato foi colocado em pressão positiva contínua (CPAP) por via traqueal por dez minutos, avaliando-se FR, VC e relação FR/VC por meio de um pneumotacógrafo conectado entre a cânula traqueal e o circuito do ventilador. Em seguida, o recém-nascido foi extubado e colocado em CPAP nasal, considerando-se falha na extubação a necessidade de reintubação em 48 horas.

Resultados: Das 35 crianças estudadas, 20 (57%) foram extubadas com sucesso e 15 (43%) necessitaram de reintubação. A FR e a relação FR/VC tenderam a ser maiores no grupo que falhou na extubação; o VC foi similar nos dois grupos. A sensibilidade e a especificidade para falha na extubação foram, respectivamente, 50 e 67% para FR, 40 e 67% para o VC e 40 e 73% para a relação FR/VC.

Conclusões: A FR, o VC e a relação FR/VC apresentaram baixa sensibilidade e especificidade para prever a falha na extubação em recém-nascidos de muito baixo peso.

Palavras-chave: prematuro; testes de função respiratória; volume de ventilação pulmonar; respiração artificial; desmame do respirador.

ABSTRACT

Objective: To verify if respiratory rate (RR), tidal volume (TV) and respiratory rate and tidal volume ratio (RR/TV) could predict extubation failure in very low birth weight infants submitted to mechanical ventilation.

Methods: This prospective observational study enrolled newborn infants with gestational age <37 weeks and birth weight <1,500g, mechanically ventilated from birth during 48 hours to 30 days and thought to be ready for extubation. As soon as the physicians decided for extubation, the neonates received endotracheal continuous positive airway pressure (CPAP) for 10 minutes while spontaneous RR, TV and RR/TV were measured using a fixed-orifice pneumotachograph positioned between the endotracheal tube and the ventilator circuit. Thereafter, the neonates were extubated to nasal CPAP. Extubation failure was defined as the need for reintubation within 48 hours.

Results: Of the 35 studied infants, 20 (57%) were successfully extubated and 15 (43%) required reintubation. RR and RR/TV before extubation had a trend to be higher in unsuccessfully extubated infants. TV was similar in both groups. Sensitivity and specificity of these parameters as predictors of extubation failure were 50 and 67% respectively for RR, 40 and 67% for TV and 40 and 73% for RR/TV.

Conclusions: RR, TV and RR/TV showed low sensitivity and specificity to predict extubation failure in mechanically ventilated very low birth weight infants.

Key-words: infant, premature; respiratory function tests; tidal volume; respiration, artificial; ventilator weaning.

¹Fisioterapeuta, supervisora do curso de Especialização em Fisioterapia Respiratória e Fisioterapia Respiratória Pediátrica e Neonatal da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp-EPM) e Mestre em Ciências pela Unifesp-EPM, São Paulo, SP, Brasil

²Professor-assistente mestre da Disciplina de Pediatria Neonatal do Departamento de Pediatria da Unifesp-EPM, São Paulo, SP, Brasil

³Professor-associado doutor da Disciplina de Pediatria Neonatal do Departamento de Pediatria da Unifesp-EPM, São Paulo, SP, Brasil

⁴Professor-associado livre-docente da Disciplina de Especialidades Pediátricas do Departamento de Pediatria da Unifesp-EPM, São Paulo, SP, Brasil

Endereço para correspondência:

Josy Davidson
Rua Dr. Diogo de Faria, 764
CEP 04037-002 – São Paulo/SP
E-mail: josy davidson@yahoo.com.br

Recebido em: 26/10/2007

Aprovado em: 7/1/2007

Introdução

A ventilação pulmonar mecânica é um dos recursos terapêuticos mais freqüentemente empregados nas unidades de cuidados intensivos neonatais, sendo os prematuros os principais candidatos a receberem esse tipo de tratamento. Apesar de vital, o procedimento pode trazer uma série de efeitos adversos, destacando-se a displasia broncopulmonar e as lesões neurológicas, como a hemorragia peri-intraventricular⁽¹⁻³⁾.

Na tentativa de minimizar os riscos da ventilação mecânica, recomenda-se que a ventilação com pressão positiva seja interrompida o mais precocemente possível, tão logo o paciente consiga manter a respiração espontânea e garantir as trocas gasosas adequadas com um mínimo de trabalho respiratório⁽⁴⁾. Entretanto, do ponto de vista clínico, não existem parâmetros definidos que possam prever a falha ou o sucesso da extubação de recém-nascidos de muito baixo peso.

A decisão de extubar pacientes é tomada com base na experiência clínica da equipe médica e em critérios pouco objetivos, o que torna a retirada da ventilação mecânica, no dia-a-dia das unidades neonatais, uma ação de tentativa e erro⁽⁵⁾. Tal prática resulta no prolongamento do tempo de ventilação mecânica, com conseqüente aumento de risco de óbito e/ou seqüelas em longo prazo, ou na extubação precoce, antes que o paciente apresente condições de manter a respiração sem a ajuda do respirador, resultando em nova intubação e possível efeito deletério⁽⁶⁾. Dessa forma, seria desejável dispor de parâmetros objetivos e de fácil aplicação que pudessem prever o sucesso ou a falha na retirada da ventilação mecânica.

Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar se a freqüência respiratória (FR), o volume corrente (VC) e a relação FR/VC poderiam prever a falha na extubação traqueal em recém-nascidos pré-termo de muito baixo peso submetidos à ventilação mecânica.

Métodos

Estudo prospectivo observacional com recém-nascidos pré-termo de muito baixo peso internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) de um hospital público no município de São Paulo, no período de setembro de 2002 a julho de 2004. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, sendo solicitada a assinatura do

termo de consentimento livre e esclarecido pelos pais ou responsáveis, antes da inclusão dos pacientes.

Foram incluídos no estudo recém-nascidos com idade gestacional inferior a 37 semanas e peso ao nascer menor que 1.500g, submetidos à ventilação pulmonar mecânica desde o primeiro dia de vida por período superior a 48 horas e inferior a 30 dias e que tiveram indicação de retirada da ventilação mecânica de segunda a sexta-feira.

Foram excluídos do estudo os recém-nascidos que apresentavam as seguintes condições: segunda tentativa de extubação traqueal; falha de extubação por obstrução alta devido a edema de glote diagnosticado por meio de laringoscopia direta e dificuldade para reintubar com cânula traqueal do mesmo calibre daquela utilizada na intubação prévia; escape de gás ao redor da cânula traqueal superior a 10% comprovada pela análise gráfica das curvas de fluxo e volume (não retorno da curva do fluxo e do volume para a linha de base, mesmo durante o período de apnéia); queda de saturação de oxigênio inferior a 85% por mais de um minuto durante o período de teste em pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP) traqueal.

Todos os prematuros foram ventilados em respirador com fluxo contínuo, limitado à pressão e ciclado a tempo. A decisão de extubar o paciente era tomada por duas neonatologistas, diaristas da UTIN, que desconheciam os resultados dos testes realizados pela pesquisadora. De forma geral, os critérios utilizados no serviço para a extubação traqueal eram: capacidade do paciente para manter a estabilidade hemodinâmica com dose mínima ou nenhum suporte vasoativo; parâmetros ventilatórios com pressão inspiratória (P_{insp}) entre 14 e 20cmH₂O; pressão positiva expiratória final (PEEP) entre 3 e 4cmH₂O; freqüência de ciclagem do aparelho entre 12 e 20 ciclos/minuto e fração de oxigênio no ar inspirado (FiO₂) igual ou inferior a 0,40; além da resolução da causa primária que gerou a necessidade de ventilação pulmonar mecânica. Nos prematuros com peso ao nascer inferior a 1.000g, a cafeína foi administrada antes da extubação e, sempre que possível, iniciada no dia anterior à retirada da ventilação mecânica. Antes da extubação, foi realizado rotineiramente o exame radiológico de tórax para avaliar presença de alterações que contra-indicassem a extubação.

Tão logo a equipe médica optava pela extubação, a pesquisadora iniciava os procedimentos para medida dos parâmetros ventilatórios propostos pelo estudo. O paciente era posicionado em decúbito dorsal, com ligeira extensão do pescoço e com a cabeça centrada na linha

média. A seguir, instalava-se um pneumotacógrafo de área fixa com espaço morto de aproximadamente 0,8mL, entre a cânula traqueal e o circuito do ventilador, e alterava-se a ventilação para modo CPAP, mantendo-se a FiO_2 , a PEEP e o fluxo inalterados. O neonato era mantido nessas condições durante 10 minutos para análise da FR e do VC.

Os valores da FR e do VC espontâneos foram obtidos por meio de sinais de fluxo e de pressão captados pelo pneumotacógrafo a cada 25 milissegundos no monitor gráfico *Tracer 5 Intermed*TM (São Paulo, Brasil). Esses sinais foram registrados em um computador a cada dez segundos, utilizando-se o software *Wintracer Intermed*TM (São Paulo, Brasil), que calculou a cada minuto, durante dez minutos, a média dos valores da FR e do VC. O VC expirado foi calculado pelo aparelho por meio da integração entre fluxo e tempo e corrigido para o peso do paciente. Os valores da FR foram observados no aparelho pela contagem direta das deflexões inspiratórias e expiratórias na curva de fluxo.

Imediatamente após a medida do VC e da FR, todos os pacientes eram extubados e colocados em CPAP nasal com pressão de 5cmH₂O e valor de FiO_2 10% acima do utilizado durante a ventilação mecânica, de acordo com a rotina do serviço.

A seguir, os recém-nascidos eram observados por 48 horas, considerando-se falha na extubação traqueal se houvesse necessidade de reintubação com retorno à ventilação mecânica por um ou mais dos seguintes motivos: mais de dois episódios de apnéia por mais de 20 segundos e/ou bradicardia (FC < 80 bpm) com necessidade de ventilação com pressão positiva para reverter o quadro; deterioração da função pulmonar, com piora clínica e gasométrica persistente (pH < 7,25; PaCO₂ > 60mmHg, PaO₂ < 40mmHg) após aumento do suporte no CPAP nasal até FiO_2 de 0,80 e pressão de 6cmH₂O ou presença de atelectasia lobar ou laminar observada em radiografia de tórax associada a sinais de aumento de desconforto respiratório.

As variáveis categóricas foram expressas em número e porcentagem e comparadas por meio do teste do qui-quadrado. As variáveis numéricas foram expressas em média e desvio padrão (dp) e comparadas pelo teste *t*, após comprovação da sua distribuição normal. Para determinar o ponto de corte de maior acurácia, ou seja, os valores de FR, VC e da relação FR/VC com maior sensibilidade e especificidade para prever a falha na

extubação, utilizou-se a *Receiver Operating Characteristics Curve* (ROC)⁽⁷⁾. Para análise estatística, empregou-se o software *SPSS for Windows*[®] (Chicago, USA), considerando-se significante $p < 0,05$.

Resultados

Durante o período de estudo, 46 recém-nascidos foram elegíveis para o estudo, sendo excluídos 11 pacientes: dois por queda de saturação durante o teste, cinco por extubação acidental, dois por obstrução alta e dois porque os pais não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Dos 35 pacientes incluídos, 20 (57%) foram extubados com sucesso e 15 (43%) necessitaram de reintubação. Entre os prematuros reintubados, dois (13%) apresentaram deterioração das condições pulmonares por atelectasia, nove (60%) apresentaram piora do desconforto respiratório com aumento nos parâmetros do CPAP nasal e quatro (27%) neonatos foram reintubados por episódios recorrentes de apnéia.

As características demográficas e clínicas e os parâmetros do respirador antes da extubação dos 20 recém-nascidos extubados com sucesso e dos 15 neonatos que necessitaram de reintubação foram semelhantes (Tabela 1).

No grupo que falhou à extubação, o tempo de permanência em CPAP nasal após a extubação foi menor (15,9 ± 10,7 versus 78,8 ± 95,0 horas; $p < 0,001$) e o tempo de oxigenoterapia foi maior (46,8 ± 18,9 versus 28,6 ± 14,6 dias; $p = 0,005$), comparado ao grupo extubado com sucesso. A falha na extubação ocorreu nas primeiras seis horas pós-extubação em nove (60%) dos 15 recém-nascidos.

Os valores médios da FR e da relação FR/VC obtidos durante os dez minutos de CPAP traqueal apresentaram tendência a serem menores no grupo extubado com sucesso, comparados aos observados no grupo que falhou à extubação (Tabela 2).

Com o objetivo de verificar se a FR, o VC e a relação FR/VC medidos durante o período de dez minutos em que o neonato foi submetido ao CPAP traqueal poderiam prever a falha na extubação, calculou-se, por meio da análise da curva ROC, os valores de corte com máxima sensibilidade e especificidade para tais parâmetros respiratórios. Essa análise mostrou que valores médios de FR, VC e da relação FR/VC medidos durante os dez minutos de teste apresentaram baixa sensibilidade e especificidade para predizer a falha na extubação (Tabela 3).

Tabela 1 – Características demográficas, clínicas e parâmetros de respirador imediatamente antes da extubação dos recém-nascidos estudados, segundo o desfecho principal (falha ou sucesso na extubação)

	Falha (N=15)	Sucesso (N=20)	p
Idade gestacional (semanas)	31,0±1,7	31,5±2,4	0,479
Peso de nascimento (g)	1.137±145	1.257±239	0,760
Peso no dia do estudo (g)	1.120±170	1.182±211	0,332
Sexo masculino	9 (60%)	8 (40%)	0,241
Apgar no primeiro minuto	4,4±2,3	5,3±2,5	0,259
Apgar no quinto minuto	8,1±0,6	7,9±1,5	0,635
SDR	11 (73%)	14 (70%)	0,503
Uso de drogas vasoativas	4 (27%)	7 (35%)	0,598
Uso de drogas analgésicas/sedativas	8 (53%)	12 (60%)	0,693
Uso de citrato de cafeína	5 (33%)	5 (25%)	0,427
Duração da intubação (horas)	254,5±135,3	208,0±192,8	0,408
Pinsp (cmH ₂ O)	14,5±1,4	15,1±0,3	0,269
FiO ₂	0,29±0,06	0,32±0,07	0,243
Frequência mandatória (cpm)	15,6±2,2	14,7±1,5	0,139

SDR=síndrome do desconforto respiratório; Pinsp=pressão inspiratória; FiO₂=fração de oxigênio no ar inspirado; com=ciclos por minuto

Tabela 2 – Média e desvio padrão de FR, VC e FR/VC observados durante dez minutos em CPAP traqueal, segundo o desfecho principal (falha ou sucesso na extubação)

	Falha (N=15)	Sucesso (N=20)	p
Frequência respiratória (rpm)	65,0±17,8	53,4±15,5	0,054
VC (mL/kg)	4,9±3,1	5,3±2,2	0,563
FR/VC (rpm/mL/kg)	21,3±7,8	16,5±7,4	0,074

VC=volume corrente; FR=frequência respiratória; rpm=respirações por minuto.

Tabela 3 – Valores de corte com máxima sensibilidade e especificidade para FR, VC e relação FR/VC

	Valor	Sensibilidade	Especificidade
Frequência respiratória (rpm)	>63	50%	67%
VC (mL/kg)	<4	40%	67%
FR/VC (rpm/mL/kg)	>22	40%	73%

VC=volume corrente; FR=frequência respiratória; rpm=respirações por minuto.

Discussão

Identificar a melhor forma e o momento mais propício para extubar pacientes submetidos à ventilação mecânica tem sido um desafio há algumas décadas⁽⁵⁾ e, ainda hoje, a retirada de recém-nascidos de muito baixo peso da ventilação mecânica parece ser mais arte do que ciência. Essa dificuldade foi comprovada no presente estudo, no qual um número expressivo de recém-nascidos que pareciam aptos a serem extubados necessitou de reintubação.

Observou-se que a falha na extubação encontrada no presente trabalho foi alta, comparada a outros estudos que mostraram percentual de até 39%⁽⁸⁾, o que poderia sugerir que os pacientes aqui analisados ainda não apresentavam condições de serem extubados ou necessitariam de cuidados adicionais após a extubação. Dentre os neonatos que falharam na retirada da ventilação, nove (60%) foram reintubados em menos de seis horas após a extubação. Este achado reforça a importância de cuidados específicos após a extubação, tais como posicionamento adequado do paciente, manipulação

mínima e vigilância constante para garantir a fixação e o uso correto do CPAP nasal, de forma a aumentar as chances de sucesso na retirada da ventilação mecânica.

Muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de identificar o melhor parâmetro para prever a falha ou o sucesso na extubação; entretanto, especificamente em neonatos de muito baixo peso, poucos foram publicados⁽⁸⁻¹⁶⁾. Em prematuros, altos volumes minuto foram associados ao maior sucesso na extubação e ao menor tempo de ventilação mecânica⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Algumas investigações mostraram que, em recém-nascidos de muito baixo peso com síndrome de desconforto respiratório, o sucesso na extubação foi obtido naqueles que apresentaram maior complacência pulmonar⁽⁹⁾ e melhor oxigenação^(9,10) antes da extubação. Entretanto, Veness-Meehan *et al* encontraram vários casos de falha na extubação associados a episódios de apnéias recorrentes, sem diferenças na função pulmonar entre os que foram extubados com sucesso ou os que falharam, mostrando que, além da função pulmonar, outros fatores, como a imaturidade global, podem interferir na manutenção do ritmo respiratório regular⁽¹²⁾.

No presente trabalho, a análise das características demográficas e clínicas não mostrou diferenças entre o grupo que obteve sucesso ou falhou na extubação, sugerindo que os fatores que influenciaram na falha da retirada da ventilação mecânica estavam mais relacionados às condições pulmonares de base e/ou aos cuidados pós-extubação⁽¹⁷⁾. Essa hipótese pode ser aventada pelo fato de a maior parte da falha na extubação ter ocorrido por atelectasia e por aumento do desconforto respiratório. Por outro lado, é possível que o uso restrito de cafeína – ao redor de 30% na população estudada – tenha influenciado na evolução dos pacientes, visto que parte significativa (27%) dos neonatos foram reintubados devido a episódios de apnéias recorrentes⁽¹⁸⁾. A elevada porcentagem de recém-nascidos que ainda estavam em uso de drogas analgésicas e sedativas⁽¹⁹⁾, assim como de drogas vasoativas – mais especificamente a dopamina⁽²⁰⁾ – à época da retirada da ventilação mecânica também pode ter contribuído para o elevado índice de reintubação encontrado neste estudo.

Na tentativa de encontrar outros parâmetros que pudessem prever a falha ou o sucesso na extubação com maior acurácia, a FR foi analisada em alguns estudos e demonstrou ser um bom parâmetro para avaliar a chance de sucesso na extubação^(4,21-23). Valores persistentemente elevados de FR espontânea no período pré-extubação associam-se a maior risco de falha na extubação. O aumento da FR seria um me-

canismo para manter a ventilação minuto em decorrência da diminuição do VC por redução dos parâmetros ventilatórios. Os valores de FR encontrados por Farias *et al* e Manczur *et al* como preditivos de sucesso na extubação variaram entre 24 e 45rpm^(21,22). Tais valores foram inferiores à média observada no presente estudo, tanto nos neonatos extubados com sucesso, quanto nos que necessitaram de nova intubação. Esse resultado pode explicar, em parte, a taxa elevada de falha na extubação, visto que a média dos valores da FR neste estudo foi mais elevada que a observada pelos referidos pesquisadores. Entretanto, tais pesquisadores incluíram recém-nascidos e crianças de maior idade, dificultando a comparação dos dados^(21,23).

De qualquer forma, na presente pesquisa, os neonatos extubados com sucesso tiveram uma tendência a apresentar menor média de FR nos dez minutos que antecederam a extubação, comparados àqueles reintubados. Do ponto de vista clínico, essa diferença na FR é pouco significativa e seria de se esperar que a FR não fosse capaz de prever de forma acurada a falha na extubação como, de fato, se comprovou na análise da curva ROC. A FR apresentou baixa sensibilidade e especificidade como medida preditiva de falha na extubação, ou seja, não identificou com acurácia aqueles pacientes que evoluíram com falha na retirada da ventilação mecânica.

Na literatura, o VC também já foi avaliado^(10-12,21-26) e, assim como a FR, os estudos mostraram resultados controversos. Entretanto, ao contrário da FR, a maioria dos estudos realizados mostrou que sua utilização não contribuiu para auxiliar na decisão de extubar o paciente⁽²⁴⁻²⁶⁾, de forma similar à que ocorreu no presente estudo.

O índice de respiração rápida e superficial, expresso pela relação FR/VC, reflete a capacidade de manutenção da respiração espontânea, sendo um dos parâmetros mais utilizados na prática clínica em adultos; porém, quando avaliada na população pediátrica e neonatal, os resultados são controversos⁽²⁷⁾. Em recém-nascidos e crianças maiores extubados com sucesso, a relação FR/VC apresentou ampla variação de 8 a 16rpm/mL/kg, além de mostrar baixa especificidade e sensibilidade^(4,6,21-23). Esses achados podem ser explicados pela heterogeneidade da população analisada e pelo delineamento do estudo. Em geral, os autores incluíram pacientes que diferiam em relação à faixa etária, ao diagnóstico da doença e ao tempo de intubação, indicando que fatores como idade gestacional, idade cronológica, tempo de intubação, peso ao nascer e uso de CPAP nasal pós-extubação⁽¹⁷⁾ podem exercer maior influência na manutenção da respiração espontânea do que a própria função pulmonar^(4,9,10,12,21,23).

Outro fator a ser considerado são as técnicas utilizadas para aferir o VC e a FR. Alguns pesquisadores avaliaram tais parâmetros após um período em tubo T, logo depois da retirada da ventilação mecânica, já outros fizeram a medida após 60 minutos em respiração espontânea, outros ainda em CPAP traqueal por períodos que variam de cinco a 60 minutos ou, até mesmo, na vigência da ventilação pulmonar mecânica. Tais variações na medida da relação FR/VC podem justificar os resultados heterogêneos^(4,6,12,21,22,24).

No presente estudo, um dos objetivos foi avaliar se a relação FR/VC poderia ser utilizada para prever a falha na extubação em uma amostra de recém-nascidos de muito baixo peso que permaneceram durante dez minutos em CPAP traqueal. A análise dos resultados mostrou uma tendência da relação FR/VC ser menor no grupo extubado com sucesso, sem alcançar significância estatística. É possível que a explicação para esse resultado seja o pequeno número de crianças incluídas no estudo. No entanto, ao analisar a curva ROC, observou-se que a relação FR/VC não foi capaz de discriminar a falha na extubação, uma vez que tal relação demonstrou ter baixa sensibilidade e baixa especificidade. Da forma similar à do presente estudo, outros autores também observaram, em recém-nascidos, que a relação FR/VC, como parâmetro para prever a falha na extubação, apresentou sensibilidade ao redor de 43% e especificidade de 73%^(4,6,21,22,26), sugerindo a possibilidade de que, nesta faixa etária, tal parâmetro não seja útil.

A semelhança entre a relação FR/VC medida em recém-nascidos que falharam ou foram bem sucedidos na extubação poderia ser explicada pela própria fisiologia respiratória neonatal, com irregularidade no ritmo respiratório e na profundidade das respirações, havendo oscilações na FR e no VC⁽²⁸⁾. No presente estudo, no sentido de atenuar a oscilação no ritmo e na FR dos recém-nascidos estudados, foram realizadas várias tomadas da FR e VC, obtendo-se seis medidas a cada minuto. Entretanto,

apesar disso, não foi possível detectar um valor de FR que se associasse à falha ou ao sucesso na extubação.

Vários autores ressaltam ainda que a causa de reintubação da maioria dos prematuros de muito baixo peso se deve a fatores extrapulmonares, tais como a fraqueza dos músculos respiratórios, a alta complacência da caixa torácica, o baixo estímulo respiratório e a sobrecarga à musculatura respiratória. É possível que tais fatores possam ter influenciado os resultados da presente pesquisa, visto que são dificilmente detectados apenas com base na análise da FR e do VC⁽²⁹⁻³³⁾.

Nesta investigação, os neonatos foram mantidos em CPAP traqueal por apenas dez minutos antes da extubação, pois eram prematuros de muito baixo peso, intubados com cânulas traqueais de diâmetro interno de 2,5 a 3,5mm. Tal período de tempo foi estabelecido com o objetivo de evitar o aumento excessivo de trabalho respiratório por fadiga muscular devido à resistência imposta pela cânula traqueal⁽³⁴⁾. Entretanto, a avaliação em CPAP traqueal por um período mais prolongado poderia ter facilitado a distinção dos dois grupos de recém-nascidos em relação à chance de falha na retirada da ventilação mecânica.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que a medida da FR, do VC e da relação FR/VC não contribuiu para identificar recém-nascidos de muito baixo peso que apresentariam falha na extubação. Serão necessários novos estudos nessa população para definir parâmetros objetivos que ajudem a decidir o momento mais adequado para a extubação.

Agradecimentos

Os autores agradecem às médicas Alessandra Nogueira e Cíntia Passos, pela colaboração durante a coleta de dados na UTIN, ao Engenheiro Jorge Bonassa, pelo auxílio técnico, e ao estatístico Marcel Taga, pela análise estatística.

Referências bibliográficas

1. Aly H. Mechanical ventilation and cerebral palsy. *Pediatrics* 2005;115:1765-7.
2. Baisch SD, Wheeler WB, Kurachek SC, Cornfield DN. Extubation failure in pediatric intensive care incidence and outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:312-8.
3. Laptook AR, O'Shea TM, Shankaran S, Bhaskar B; NICHD Neonatal Network. Adverse neurodevelopmental outcomes among extremely low birth weight infants with a normal head ultrasound: prevalence and antecedents. *Pediatrics* 2005;115:673-80.
4. Farias JA, Alía I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 1998;24:1070-5.
5. Brochard L. Weaning from mechanical ventilation. When paediatric intensive care medicine profits from adult experience and vice-versa. *Intensive Care Med* 2001;27:1564-6.
6. Baumeister BL, el-Khatib M, Smith PG, Blumer JL. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol* 1997;24:344-52.
7. Metz CE. Basic principles of ROC analysis. *Semin Nucl Med* 1978;8:283-98.
8. Szymankiewicz M, Vidyasagar D, Gadzinowski J. Predictors of successful extubation of preterm low-birth-weight infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:44-9.
9. Smith J, Pieper CH, Maree D, Gie RP. Compliance of the respiratory system as a predictor for successful extubation in very-low-birth weight infants recovering from respiratory distress syndrome. *S Afr Med J* 1999;89:1097-102.
10. Dimitriou G, Greenough A. Computer assisted analysis of the chest radiograph lung area and prediction of failure of extubation from mechanical ventilation in preterm neonates. *Br J Radiol* 2000;73:156-9.
11. Kavvadia V, Greenough A, Dimitriou G. Prediction of extubation failure in preterm neonates. *Eur J Pediatr* 2000;159:227-31.
12. Veness-Meehan KA, Richter S, Davis JM. Pulmonary function testing prior to extubation infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol* 1990;9:2-6.
13. Vento G, Tortorolo L, Zecca E, Rosano A, Matassa PG, Papacci P *et al*. Spontaneous minute ventilation is a predictor of extubation failure in extremely-low-birth-weight infants. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2004;15:147-54.
14. Wilson BJ Jr, Becker MA, Linton ME, Donn SM. Spontaneous minute ventilation predicts readiness for extubation in mechanically ventilated preterm infants. *J Perinatol* 1998;18:436-9.
15. Gillespie LM, White SD, Sinha SK, Donn SM. Usefulness of the minute ventilation test in predicting successful extubation in newborn infants: a randomized trial. *J Perinatol* 2003;23:205-7.
16. Kamlin Co, Davis PG, Morley CJ. Predicting successful extubation of very low birthweight infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2006;91:F180-3.
17. Davis PG, Henderson-Smart DJ. Nasal continuous positive airways pressure immediately after extubation for preventing morbidity in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(2):CD000143.
18. Henderson-Smart DJ, Davis PG. Prophylactic methylxanthines for extubation in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(1):CD000139.
19. Deitch K, Chudnofsky CR, Dominicci P. The utility of supplemental oxygen during emergency department procedural sedation and analgesia with midazolam and fentanyl: a randomized, controlled trial. *Ann Emerg Med* 2007;49:1-8.
20. Powell FL. The influence of chronic hypoxia upon chemoreception. *Respir Physiol Neurobiol* 2007;157:154-61.
21. 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;28:752-7.
22. Manczur TI, Greenough A, Pryor D, Rafferty GF. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med* 2000;1:28-32.
23. Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1562-6.
24. Venkataraman ST, Khan N, Brown A. Validation of predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 2000;28:2991-6.
25. Farias JA, Retta A, Alía I, Olazarri F, Esteban A, Golubicki A *et al*. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 2001;27:1649-54.
26. Khan N, Brown A, Venkataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 1996;24:1568-79.
27. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1445-50.
28. DeVries DF, Baker LA. Basic engineering concepts of pulmonary graphics. In: Donn SM, editor. *Neonatal and pediatric pulmonary graphics. Principles and clinical applications*. Amonk: Futura; 1998. p. 36-56.
29. Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest* 2001;119:897-900.
30. Fontela PS, Piva JP, Garcia PC, Bered PL, Zilles K. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated children. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:166-70.
31. Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, Rice T, Sachdeva RC, Patel NR *et al*. Extubation failure in pediatric intensive care: A multiple-center study of risk factors and outcomes. *Crit Care Med* 2003;31:2657-64.
32. Muller NL, Bryan AC. Chest wall mechanics and respiratory muscles in infants. *Pediatr Clin North Am* 1979;26:503-16.
33. Sinha SK, Donn SM. Weaning newborns from mechanical ventilation. *Semin Neonatol* 2002;7:421-8.
34. Davis PG, Henderson-Smart DJ. Extubation from low-rate intermittent positive airways pressure versus extubation after a trial of endotracheal continuous positive airways pressure in intubated preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(4):CD001078.