
**VARIABILIDADE DOS ÍNDICES VENTILATÓRIOS
PREDITORES DE SUCESSO DE EXTUBAÇÃO
EM CRIANÇAS SUBMETIDAS
À VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Silvia Gatiboni

silviagatiboni@yahoo.com.br

Porto Alegre, 2008

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA**

**VARIABILIDADE DOS ÍNDICES VENTILATÓRIOS
PREDITORES DE SUCESSO DE EXTUBAÇÃO EM
CRIANÇAS SUBMETIDAS À VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Silvia Gatiboni

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina da PUCRS para obtenção de título de Mestre em Pediatria e saúde da criança.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Pedro Piva

Porto Alegre, 2008

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

G261v Gatiboni, Silvia
Variabilidade dos índices ventilatórios preditores de sucesso de extubação em crianças submetidas à ventilação mecânica / Silvia Gatiboni. Porto Alegre: PUCRS; 2008.

86f.: gráf. il.

Orientação: Prof. Dr. Jefferson Pedro Piva.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança.

1. RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL. 2. DESMAME DO RESPIRADOR. 3. UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA PEDIÁTRICA. 4. PROGNÓSTICO. 5. LACTENTE. 6. CAPACIDADE INSPIRATÓRIA. 7. ESTUDOS TRANSVERSAIS. 8. ESTUDOS OBSERVACIONAIS. I. Piva, Jefferson Pedro. II. Título.

C.D.D. 615.836
C.D.U. 615.816.2:616-053.2(043.3)
N.L.M. WF 145

Rosária Maria Lúcia Prena Geremia
Bibliotecária CRB10/196

Silvia Gatiboni

Endereço: Rua Dona Eugênia, nº 1087, aptº 202, Bairro Petrópolis, Porto Alegre, RS.

Fone: (51)30241031 / (51) 92440860

Email: silviagatiboni@yahoo.com.br

CREFITO: 84725-F

Órgão Financiador: CAPES

Conflito de interesse: NENHUM

*“Success is the ability to go from
one failure to another with no
loss of enthusiasm”*

Winston Churchill

Dedicatoria

*A minha família, que é a base de tudo. Pai,
mãe e Tani, vocês são o meu porto seguro e o
meu orgulho.*

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por iluminar o meu caminho para que pudesse chegar até aqui.
 - Ao Prof. Dr. Jefferson Pedro Piva, por acreditar na minha capacidade, por me incentivar nos momentos mais difíceis, por abrir as portas do mundo da pesquisa na minha vida, por me ensinar a ver as possibilidades e encarar as dificuldades. Muito obrigada pela oportunidade!
 - Ao Prof. Dr. Pedro Celiny Garcia, pelo apoio e incentivo no decorrer do trabalho;
 - A CAPES, por proporcionar a bolsa para a realização do mestrado;
 - As fisioterapeutas Flavia Franz e Patrícia Xavier Hommerding, por todo o apoio, amizade, carinho e inestimável colaboração na coleta dos dados.
 - Aos residentes da UTI pediátrica do Hospital São Lucas da PUCRS de 2007 e 2008, pela colaboração, incentivo e amizade.
 - A equipe médica, de enfermagem e de fisioterapia que colaboraram na execução deste estudo.
 - A secretária do curso de pós graduação em Pediatria e Saúde da Criança, Carla Hothmann, pela prontidão, dedicação, colaboração e carinho.
 - Aos colegas de mestrado, que sempre apoiaram e acompanharam minha caminhada. Em especial à colega Lucien, que teve participação fundamental na elaboração da tese.
 - Aos amigos que sempre me apoiaram e entenderam a minha ausência.
 - Aos pacientes e seus familiares pela participação na pesquisa, mesmo num momento tão difícil.
-

- Ao Tití, que desde o primeiro momento me fez ver que podemos alcançar nossos objetivos, basta ter persistência.
 - Ao Alexandre, que esteve sempre ao meu lado.
 - A minha família, que mesmo longe sempre esteve presente em todos os momentos. Foi quem me incentivou e me deu forças para chegar aqui.
-

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO	20
1.1 Retirada da Ventilação Mecânica em Pediatria	20
2 JUSTIFICATIVA	43
3 OBJETIVOS	46
3.1 Objetivo Geral	46
3.2 Objetivos Específicos	46

CAPÍTULO II

4 MATERIAIS E MÉTODOS	48
4.1 Delineamento	48
4.2 Local	48
4.3 Pacientes	48
4.3.1 Critérios de exclusão	49
4.4 Intervenção	49
4.5 Equipamentos utilizados no estudo	52
4.6 Análise estatística	53

4.6.1 Estimativa do tamanho da amostra	53
4.6.2 Análise dos dados	53
4.6.2.1 Variáveis	53
4.6.3 Testes Estatísticos	54
4.7 Aspectos Éticos	55
Referências	57

CAPÍTULO III

5 ARTIGO ORIGINAL	59
--------------------------	-----------

CAPÍTULO IV

6 CONCLUSÕES	82
---------------------	-----------

ANEXOS

Anexo I - Protocolo para coleta de dados	84
Anexo II - Termo de consentimento livre e esclarecido	86

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1- Disparo do ventilador por pressão e fluxo	23
Figura 2- Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada	24
Figura 3- Ventilação com Pressão de Suporte	25

CAPÍTULO II

Figura 1- Protocolo de avaliação pré-extubação	50
Figura 2- Aspiração do tubo traqueal	50
Figura 3- Realização da ventilometria	51
Figura 4- Realização da manovacuometria	51
Figura 5- Manovacúmetro digital MVD 300 Globalmed®	52
Figura 6- Ventilômetro Ohmeda	53

CAPÍTULO III

Figura 1- Pressão inspiratória máxima no momento da extubação de lactentes com bronquiolite viral aguda	65
Figura 2- Índice de Respiração Superficial de acordo com a idade de crianças com bronquiolite viral aguda	66
Figura 3- Volume Corrente e pontos de corte estabelecidos na literatura	69
Figura 4- Índice de Respiração Superficial e pontos de corte indicados na literatura	70
Figura 5- Pressão Inspiratória Máxima e ponto de corte de -50cmH ₂ O para sucesso de extubação	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1- Resumo de trabalhos com índices preditivos de extubação em pediatria	34
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1- Resumo dos principais estudos e pontos de corte de índices ventilatórios preditores de sucesso de extubação	54
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1- Característica da amostra de crianças retiradas da ventilação mecânica (VM) com sucesso e falha de extubação	64
Tabela 2- Comparação entre os grupos sucesso e falha de extubação	65
Tabela 3- Características dos pacientes menores de um ano retirados da Ventilação Mecânica (VM)	67
Tabela 4- Comparação entre o grupo sucesso e falha de extubação de crianças com idade inferior a um ano	68

LISTA DE ABREVIATURAS

BVA	Bronquiolite Viral Aguda
Cdin	Complacência Dinâmica
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CPAP	Pressão positiva contínua na via aérea
CROP	<i>Compliance/rate/oxygenation/pressure index</i>
FiO₂	Fração Inspirada de Oxigênio
FR	Frequência Respiratória
HSL	Hospital São Lucas
IMV	Ventilação mandatória intermitente <i>(Intermittent mandatory ventilation)</i>
IRS	Índice de Respiração Superficial
P	Significância estatística
PaCO₂	Pressão arterial de dióxido de carbono
PaO₂	Pressão Arterial de Oxigênio
PEEP	Pressão expiratória final positiva <i>(Positive end-expiratory pressure)</i>
PE_{max}	Pressão Expiratória Máxima
PI_{max}	Pressão Inspiratória Máxima
PI¹	Pressão Inspiratória no primeiro segundo
PIP	Pressão inspiratória positiva
PO	Pós operatório
PS	Pressão de Suporte

PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
ROC	<i>Receive operating curve</i>
SIMV	Ventilação mandatória intermitente sincronizada (<i>Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation</i>)
SpO₂	Saturação arterial de Oxigênio
TRE	Teste de Respiração Espontânea
T_{ins}	Tempo Inspiratório
T_{exp}	Tempo Expiratório
TET	Tubo endo-traqueal
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UTIP	Unidades de Terapia Intensiva Pediátricas
VC	Volume Corrente
V_E	Volume Minuto Expiratório
VM	Ventilação Mecânica

RESUMO

Objetivo: analisar o comportamento do índice de respiração superficial, pressão inspiratória máxima e volume corrente no período pré-extubação de crianças submetidas à ventilação mecânica.

Delineamento: estudo transversal observacional prospectivo.

Métodos: entre Agosto de 2007 e agosto de 2008, foram avaliadas todas as crianças aptas para a retirada da ventilação mecânica, de acordo com a equipe médica do Hospital São Lucas da PUCRS. Foram mensuradas variáveis ventilatórias (volume minuto expiratório, frequência respiratória, pressão inspiratória e expiratória máximas). A partir destas variáveis, calculou-se o volume corrente e o índice de respiração superficial. O sucesso de extubação foi considerado quando não houve reintubação em até 48 horas após a retirada do tubo endo-traqueal.

Resultados: foram incluídas no estudo 100 crianças, com idade média de 2,1 anos. Treze crianças necessitaram de reintubação (13%). O peso médio foi de 9,6Kg e o tempo médio de ventilação mecânica foi de 6,5 dias. A maioria dos pacientes era do sexo masculino (63%) e apresentava diagnóstico de bronquiolite viral aguda (47%). As crianças menores de um ano (61) apresentaram 18% de falha de extubação. A pressão inspiratória máxima apresentou diferença significativa entre o grupo sucesso e falha de extubação ($-62,6 \pm 29$ cmH₂O vs $-42,7 \pm 20,2$ cmH₂O; $p=0,03$). Através da curva ROC identificou-se 82% de sensibilidade e 55% de especificidade no ponto de corte da pressão inspiratória máxima de -37 cmH₂O (área de 0,7).

Conclusões: a pressão inspiratória máxima parece ser a melhor variável para identificar crianças com potencial para sucesso de extubação, mas com um poder preditivo considerado baixo. As variáveis ventilatórias analisadas apresentaram uma dispersão muito grande, tanto na amostra geral, quanto na subdivisão por doença e faixa etária.

Descritores: ventilação mecânica – extubação – desmame – Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica

ABSTRACT

Objective: to analyze the behavior of rapid shallow breathing index, maximal inspiratory pressure and tidal volume in pre-extubation period of children submitted to mechanical ventilation.

Design: prospective observational cross-sectional study.

Methods: between August 2007 and August 2008, were evaluated all children able to be withdrawal from mechanical ventilation, according to the medical staff of São Lucas Hospital of PUCRS. Were measured ventilatory variables (minute volume, respiratory rate, maximal inspiratory and expiratory pressures). From these variables, were calculated tidal volume and rapid shallow breathing index. Successful extubation was considered when there was not reintubation up to 48 hours after the withdrawal of the endotracheal tube.

Results: were included in the study 100 children, with a medium age of 2,1 years. Thirteen children necessitated re-intubation (13%). The medium weight was 9.6 Kg and the medium time of mechanical ventilation was 6.5 days. Most of the patients were from male gender (63%) and presented a diagnostic of acute bronchiolitis (47%). The children under one year (61) presented 18% of extubation failure. The maximal inspiratory pressure presented significant difference between the success and failure extubation groups (-62.6 ± 29 cmH₂O vs -42.7 ± 20.2 cmH₂O; $p=0.03$). Through the ROC curve it was identified 82% of sensitivity and 55% of specificity in the $PI_{max} < -37$ cmH₂O cutoff (area of 0.7).

Conclusions: the maximal inspiratory pressure seems to be the best variable to identify children with potential to successful extubation but with a predictive

power considered weak. The analyzed ventilatory variables presented a very big dispersion so in general sample as in the subdivision for illness and age.

Key-Words: mechanical ventilation – extubation – weaning – Pediatric Intensive care

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 RETIRADA DA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM PEDIATRIA

Introdução

A retirada gradual do suporte ventilatório (desmame) inicia no momento em que o processo que desencadeou a necessidade de intubação traqueal e início da ventilação mecânica (VM) está estabilizado.⁽¹⁾ A finalização deste processo ocorre com a retirada do tubo endo-traqueal (TET), denominada extubação.⁽²⁾

O retardamento deste processo pode expor o paciente a riscos desnecessários de infecção, necessidade de sedação e trauma da via aérea, além de custos adicionais. Ao contrário, a retirada prematura do suporte ventilatório também pode ocasionar alguns dos riscos citados anteriormente, além de perda da proteção das vias aéreas, fadiga e sobrecarga muscular.⁽¹⁾

Algumas condições clínicas e laboratoriais são conhecidas para que se possa considerar a criança apta à extubação: adequada frequência respiratória, ausência de utilização de musculatura acessória, ausência de batimentos de asa de nariz, estabilidade hemodinâmica e ausência de crises convulsivas, além

de adequada oxigenação ($PaO_2/FiO_2 > 200$), saturação de oxigênio ($SatO_2 > 93\%$) e pressão arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2 < 45\text{mmHg}$).⁽³⁾

Não existem parâmetros estabelecidos para a população pediátrica que possam estabelecer redução de falhas de extubação, o que pode estar relacionado ao fato da heterogeneidade dos estudos e das casuísticas, na sua maioria, muito pequenas. Além disso, o processo do desmame não tem um protocolo claramente estabelecido e validado para a população pediátrica.⁽⁴⁻⁷⁾

Sabemos que é importante evitar ao máximo as falhas de extubação, pois, podem proporcionar aumento da morbidade, principalmente no que diz respeito à incidência de infecções respiratórias decorrentes da reintubação e, também, aumento da mortalidade.⁽⁸⁻¹⁰⁾

A falha de extubação apresentada na prática clínica de UTIP (Unidades de Terapia Intensiva pediátricas) encontra-se entre 10 e 20%.^(2, 3) Dentre as causas de falha de extubação a mais citada é a obstrução alta (11 a 22%), causada por inflamação e edema laríngeo, que ocorre em até 48 horas após a retirada do TET.^(3, 11)

As crianças com idade inferior a quatro anos estão mais propensas a desenvolver edema da via aérea, devido a fatores contribuintes como: tubo traqueal estreito ou com balonete; movimentação excessiva do tubo ou do paciente, sedação e analgesia inadequados; intubação traumática ou múltiplas tentativas; alterações prévias na via aérea e infecção respiratória.⁽¹²⁾

Outros fatores reconhecidamente apresentam riscos para falha de extubação. Quanto maior o tempo de ventilação mecânica, mais elevado o risco de falha de extubação.^(3, 13-16) Quanto menor a idade, maior a probabilidade de falha de extubação.^(3, 13-18) Além disso, o desequilíbrio entre a capacidade dos

músculos envolvidos na mecânica ventilatória e a demanda ventilatória podem predispor a falha de extubação.⁽³⁾

Ventilação mecânica em pediatria e modos ventilatórios

Os melhores resultados com o uso de ventiladores em pediatria começaram a ser observados a partir das décadas de 1970 e 1980 em consequência do desenvolvimento de aparelhos específicos para a população pediátrica e neonatal, e da adequação dos parâmetros ventilatórios conforme a fisiopatologia da doença.⁽¹⁹⁾

A seguir, um breve resumo sobre os principais modos ventilatórios utilizados em pediatria.

a) Ventilação assistida-controlada:

Geralmente é usada no início da VM, principalmente em pacientes com comprometimento neuromuscular.⁽¹⁹⁾ Neste modo ventilatório alguns ciclos são disparados pelo ventilador. O disparo pode ocorrer pelo tempo, pressão ou fluxo. Os modos de pressão controlada empregam um fluxo gasoso desacelerado e têm a vantagem de garantir que o limite de pressão inspiratória desejado seja respeitado. A principal desvantagem deste modo é que o volume corrente pode variar bastante, interferindo na resistência das vias aéreas.⁽²⁰⁾ Já os modos de fluxo controlado apresentam volume corrente constante e permitem a comparação entre as medições do pico de pressão inspiratória e as da pressão de platô, que pode servir indiretamente como um indicador longitudinal de resistência das vias aéreas e resposta à terapia. (Figura 1)

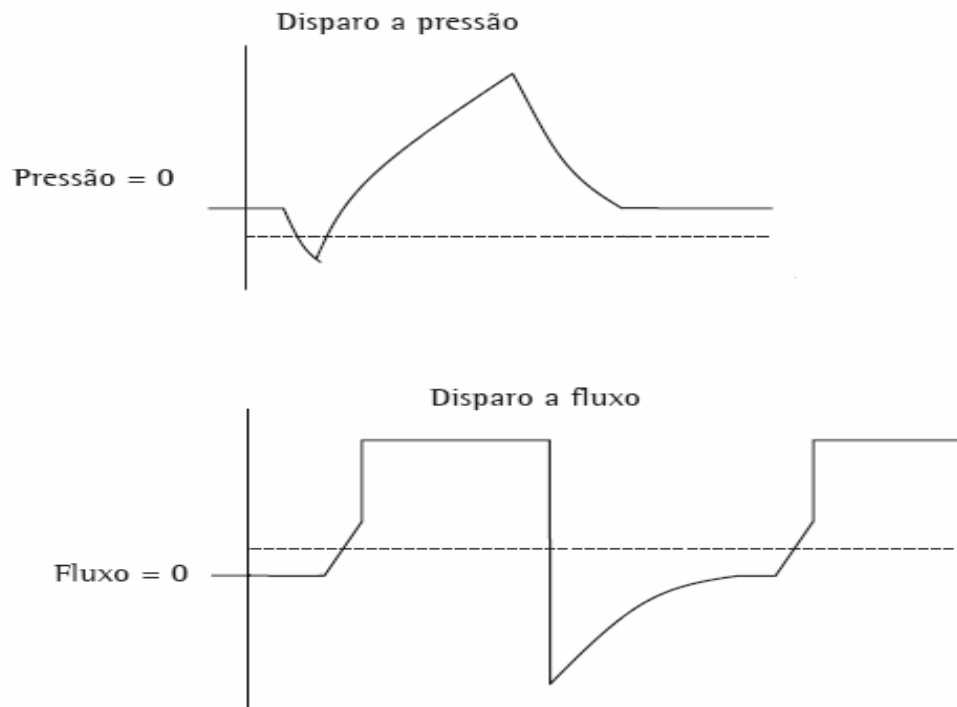


Figura 1 Disparo do ventilador por pressão e fluxo

b) Ventilação mandatória intermitente (IMV) e ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV):

Na IMV o ventilador oferece ciclos mandatórios a uma frequência pré-estabelecida, porém, permite que ocorram ciclos espontâneos entre eles. A IMV foi aprimorada para SIMV, onde o disparo dos ciclos ocorre em sintonia com a ventilação espontânea (pressão negativa ou fluxo positivo) do paciente, ou seja, se o paciente realiza uma ventilação espontânea imediatamente antes da ciclagem do aparelho, este retarda seu ciclo por um período de tempo, permitindo que o paciente expire antes que seja liberado o volume corrente ou a pressão inspiratória positiva (PIP) do aparelho.⁽¹⁹⁾ (Figura 2)

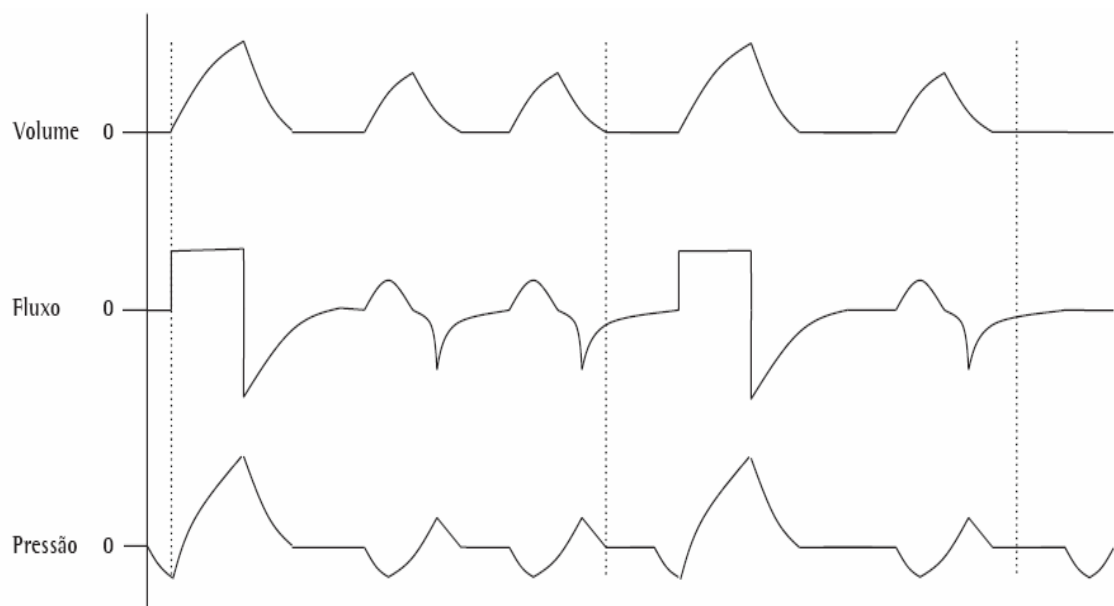


Figura 2 Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada

c) Pressão de Suporte

Este é um modo que pertence a uma categoria de modalidade parcial de suporte ventilatório, o qual é disparado e ciclado pelo paciente. O ventilador assiste à ventilação através da manutenção de uma pressão positiva pré-determinada durante a inspiração, liberando um fluxo para que esta pressão seja atingida. O fluxo é cessado à medida que atinge um equilíbrio pressórico (entre o respirador e os alvéolos pulmonares) até que o fluxo inspiratório do paciente reduza-se, normalmente até 25% do pico de fluxo inspiratório atingido. Assim, permite que o paciente controle a frequência respiratória e o tempo inspiratório e, dessa forma, o volume de ar inspirado. Portanto, o volume corrente depende do esforço inspiratório, da pressão de suporte pré-estabelecida e da mecânica do sistema respiratório. (Figura 3)

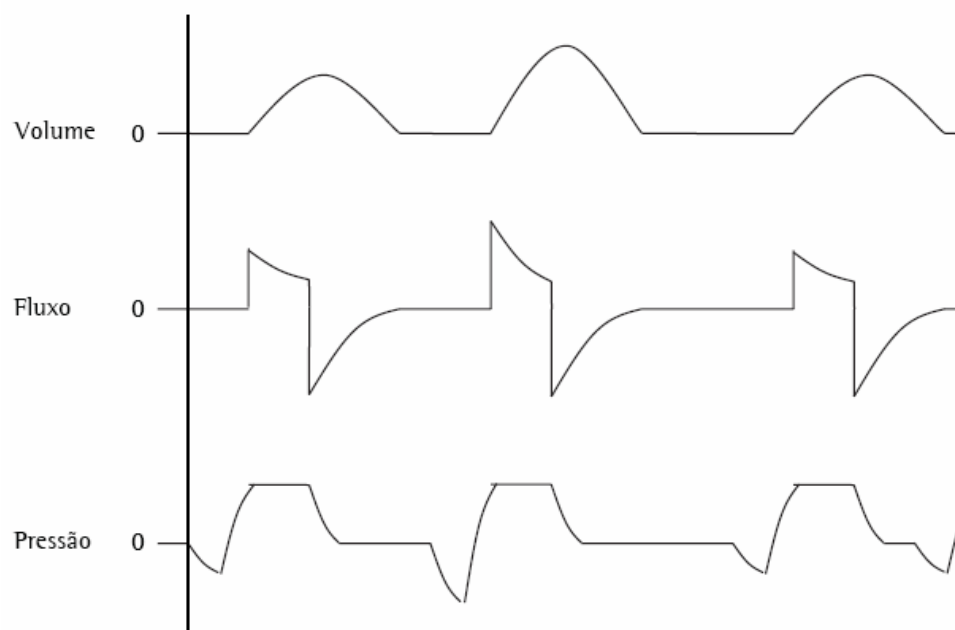


Figura 3 Ventilação com Pressão de Suporte

O modo ventilatório mais utilizado para o desmame em crianças é a redução gradual da pressão de suporte. O desmame com a ventilação mandatória intermitente e ventilação mandatória intermitente sincronizada, é acompanhado pela diminuição gradual da FR. A pressão de suporte geralmente é combinada com a IMV/SIMV durante o processo de retirada gradual da VM. ⁽¹⁹⁾

As vantagens da pressão de suporte na retirada da VM estão baseadas na capacidade de superar a resistência do TET, de contrabalançar o escape do fluxo liberado, associado aos sistemas SIMV/CPAP adicionados por pressão, e o controle do paciente sobre o fluxo e o tempo inspiratório. ⁽¹⁹⁾

O processo de retirada do respirador

Algumas condições devem ser atendidas para que o paciente seja retirado da ventilação mecânica.

Primeiramente, para iniciar o processo de desmame é necessário que a doença que levou à necessidade de suporte ventilatório tenha sido resolvida. Além disso, é importante que o paciente esteja hemodinamicamente estável, com adequada troca gasosa e com habilidade para iniciar os esforços inspiratórios.⁽¹⁾

Durante o desmame e no momento da extubação é importante que não exista foco infeccioso ou, se houver, que esteja adequadamente controlado na avaliação clínica, laboratorial e radiológica.⁽¹⁹⁾ considerando que a infecção é um fator importante relacionado ao atraso no desmame da VM.

No momento da extubação é importante que o paciente esteja desperto e ao mesmo tempo confortável com o TET. De acordo com a escala de Ramsay, este estágio de sedação deveria estar situado entre 2 e 3 pontos. Esta escala é classificada de um a seis, onde 1 representa a criança ansiosa e agitada e 6 representa a criança sem respostas. O estágio 2 corresponde ao paciente cooperativo, orientado e tranqüilo, enquanto o nível 3 representa a criança que responde apenas a ordens verbais.⁽²¹⁾

O nível de sedação pode prejudicar o desmame e a extubação.^(7, 13, 22) A sedação excessiva pode provocar diminuição do *drive* respiratório, porém, a falta de sedação pode provocar agitação e conseqüentemente traumas devido ao TET, podendo ocasionar extubação acidental e necessidade de reintubação.^(7, 13)

Na retirada do suporte ventilatório invasivo é necessário que o paciente esteja sem alterações hidroeletrólíticas e com um bom estado nutricional para

que seja capaz de manter uma ventilação espontânea adequada,⁽¹⁹⁾ pois a desnutrição pode reduzir em até 37% a força da musculatura respiratória. A presença da desnutrição em crianças menores do que 4 anos, admitidas em UTI pediátrica aumenta, significativamente, o tempo de ventilação mecânica e o tempo de permanência em UTI pediátrica.⁽²³⁾

c) Testes e protocolos de desmame

O teste de respiração espontânea (TRE) é considerado de grande importância para determinar a evolução do desmame e a possibilidade de extubação. É largamente utilizado em UTI e consiste em permitir que o paciente ventile espontaneamente através do tubo traqueal conectado a uma peça em formato de “T”, durante um período que pode variar de 15 minutos até duas horas de teste. Pode-se utilizar uma fonte de oxigênio, baixo nível de pressão de suporte de 7 cmH₂O ou pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) de 5 cmH₂O.^(25, 26) Para que o paciente seja considerado aprovado no teste é necessário apresentar uma troca gasosa adequada, estabilidade hemodinâmica e conforto.^(9, 26) Esta técnica é indicada para crianças acima dos quatro anos de idade e para adultos.^(27, 28)

Farias e colaboradores,⁽²⁹⁾ em 2001, compararam o TRE usando PS de 10 cmH₂O com o tubo T. A média de idade do grupo que utilizou PS foi de 12 meses e do grupo com tubo T foi de 10 meses. A amostra de 257 crianças tolerou duas horas de teste, em ambos os modos utilizados, não havendo diferença na proporção de falha de extubação entre os grupos, concluindo que ambas as formas de TRE são efetivas.

Em 2006, Chavez e colaboradores⁽³⁰⁾ utilizaram o teste de respiração espontânea durante 15 minutos para determinar o momento ideal para

extubação de crianças, com CPAP de 5 cmH₂O. O estudo apresentou falha de extubação de 7,8%. Embora o TRE tenha apresentado alta sensibilidade (95%) e valor preditivo positivo (92%), a alta taxa de sucesso de extubação pode estar relacionada ao fato de que todos os pacientes incluídos no estudo haviam sido considerados prontos para extubação pela equipe médica, concluindo que o TRE de 15 minutos não contribuiu para prever sucesso de extubação, quando comparado com a decisão clínica.

Randolph e colaboradores,⁽⁷⁾ realizaram um estudo para comparar o uso de dois protocolos com o desmame sem protocolo estabelecido. O acompanhamento do desmame foi iniciado após o paciente falhar no teste de respiração espontânea. No teste era considerada apta para extubação a criança que apresentava os seguintes fatores: esforço respiratório espontâneo; tosse eficaz; pH entre 7,32 e 7,47, no último exame de sangue; PEEP ≤ 7 e F_iO₂ ≤ 0,6; nível de consciência aceitável para extubação; aprovação do médico assistente; sem necessidade de aumentar os parâmetros ventilatórios nas últimas 24 horas; sem planos de operação com necessidade de sedação nas próximas 12 horas e sem escape excessivo no TET com necessidade de manipulações.

Os pacientes aprovados no teste tinham alguns parâmetros ventilatórios modificados para: F_iO₂ ≤ 0,5 e PEEP ≤ 5, considerando a necessidade de SpO₂ ≥ 95%. Os pacientes que não conseguiram manter a SpO₂ necessária falharam no teste, e os que mantiveram a SpO₂ ≥ 95% tiveram seu modo ventilatório modificado para pressão de suporte, sendo colocado uma pressão mínima de acordo com o tamanho do TET (TET 3,0-3,5, PS de 10cmH₂O; TET 4,0-4,5, PS de 8cmH₂O; TET ≥ 5,0, PS de 6cmH₂O). Os pacientes foram monitorizados por duas horas e classificados como falha no teste quando apresentaram SpO₂ ≤

95%, volume corrente expirado menor do que 5 mL/Kg e FR diferente da aceitável para a idade.

Após a falha no teste, os pacientes foram divididos em três protocolos de desmame: um grupo foi conduzido com pressão de suporte, outro com VSV (pressão de suporte ajustada pelo ventilador) e o último sem protocolo estabelecido. O tempo médio de desmame no grupo PSV, VSV e sem protocolo não apresentou diferença significativa, concluindo que o desmame gradual pode não ser indicado para a maioria das crianças.⁽⁷⁾

Restrepo e colaboradores⁽³¹⁾ utilizaram um protocolo de ventilação com parâmetros definidos desde o momento do início da ventilação mecânica, comparando o uso deste protocolo com uma análise retrospectiva da mesma unidade quando não se utilizava protocolo estabelecido. Não houve diferença na proporção de falha de extubação entre os grupos. Houve diminuição no tempo de desmame e de ventilação espontânea, sem diferença no tempo de ventilação mecânica.

Geralmente o paciente que não consegue finalizar o teste de respiração espontânea necessita de repouso da musculatura ventilatória, com retorno à VM por 24 horas em um modo ventilatório que ofereça conforto.⁽³²⁾

Após 24 horas, avaliam-se os pacientes e, se possível, inicia-se um novo TRE. Em pacientes adultos, há evidências de que a realização diária do TRE abrevia o tempo de VM quando comparado a protocolos que o TRE não é realizado diariamente. Em pediatria não há evidência definida.^(7, 33)

Índices preditivos para desmame e extubação em pediatria

Alguns índices ventilatórios têm sido analisados para assegurar uma extubação bem sucedida.

➤ Índice de respiração superficial (IRS):

Descrito por Yang e Tobin,⁽³⁴⁾ em 1991, é a razão entre a frequência respiratória e o volume corrente. É considerado um bom teste para prever sucesso ou falha de desmame em adultos, apresentando alta sensibilidade e baixa especificidade.^(27, 34-37)

Os estudos realizados com a população pediátrica não apresentaram o mesmo resultado quando comparados aos pacientes adultos, expressando sensibilidade e especificidade baixas.⁽³⁸⁻⁴⁰⁾

Algumas hipóteses podem explicar este fato, tais como: a heterogeneidade das amostras (idade, peso, doença de base); o tipo de delineamento dos estudos prévios; as características inerentes a intubação traqueal (tempo de intubação traqueal, diâmetro da cânula traqueal, número de tentativas na intubação, utilização de balonete intratraqueal); e algumas características da VM (tempo de VM, modo ventilatório, assincronia paciente-aparelho de VM).⁽⁴¹⁾

Em 1997, Baumeister e colaboradores⁽¹³⁾ ajustaram o IRS e a complacência dinâmica ao peso das crianças e a partir deste estudo a maioria dos autores passou a utilizar este ajuste.^(6, 41, 42)

Desde então, tem sido aceito o ponto de corte para o IRS $\leq 6,5$ FR/min/mL/Kg para prever o sucesso da extubação em pediatria, porém, com moderada sensibilidade (80%) e baixa especificidade (70%).^(14, 15)

O único estudo com diagnóstico específico de bronquiolite viral aguda, apresentou ponto de corte $\geq 6,7$ FR/min/mL/Kg para falha de extubação. Este

estudo foi realizado com 40 crianças, apresentando uma falha de extubação de 15%. O IRS apresentou sensibilidade de 33% e especificidade de 71%.⁽⁴³⁾

➤ Índice CROP:

É um índice calculado a partir de dados da complacência dinâmica (C_{din}), FR, relação alvéolo-arterial de oxigênio (P_{aO_2}/P_{AO_2}) e pressão inspiratória máxima (PI_{max}).

Um valor maior do que 13 ml/cmH₂O/cpm é preditivo de sucesso de extubação para pacientes adultos, com sensibilidade de 81% e especificidade de 57%.⁽⁴⁴⁾

Na população pediátrica o valor do índice de CROP é ajustado pelo peso, com um ponto de corte preditivo de sucesso de extubação $\geq 0,15$ ml/Kg/cmH₂O/cpm.⁽⁶⁾

A equação utilizada para o cálculo do índice CROP está demonstrada a seguir:

$$CROP = (C_{din} \times PI_{max} \times [(P_{aO_2}/P_{AO_2})]/FR)^{(1)}$$

➤ Pressão Inspiratória Máxima:

É a medida da força da musculatura inspiratória, principalmente diafragma. É um teste realizado à beira do leito com um manômetro, denominado manovacuômetro. Na população adulta uma PI_{max} inferior a -30 cmH₂O tem sido utilizada como variável preditiva pra sucesso de desmame e extubação.^(45, 46)

Na população pediátrica a $PI_{max} \geq -50$ cmH₂O é considerada fator de risco para falha de extubação.⁽⁴¹⁾ Este ponto de corte apresentou 33% de

sensibilidade e 88% de especificidade para crianças com diagnóstico de bronquiolite viral aguda.⁽⁴³⁾

O método mais comum de mensuração da PI_{max} consiste na oclusão do fluxo de ar inspiratório após uma expiração forçada (volume residual), considerando o maior valor obtido em três ou cinco medidas.^(34, 47, 48)

Marini e colaboradores,⁽⁴⁹⁾ descreveram um método para mensuração da PI_{max} utilizando uma válvula unidirecional para permitir a expiração enquanto a inspiração é bloqueada, sendo o método mais utilizado para pacientes submetidos à VM.⁽⁵⁰⁾ O tempo de oclusão da válvula foi descrito nesse estudo como 20-25 segundos.⁽⁴⁹⁾

Devemos considerar, também, que quando a PI_{max} é verificada por vários investigadores diferentes e com técnicas inadequadas as mensurações podem ser subestimadas.⁽⁵¹⁾

Além disso, existe a possibilidade do efeito aprendido na realização da PI_{max} obtida pelo método convencional, sendo mais um motivo para o uso da válvula unidirecional no intuito de conseguir realizar a manobra com um volume pulmonar próximo ao volume residual.⁽⁵⁰⁾ Os estudos, que analisaram o uso da válvula unidirecional, foram realizados com pacientes adultos e em grupos heterogêneos.

Após uma pesquisa na base de dados MEDLINE, PUBMED e LILACS, com os unitermos “*maximal inspiratory pressure, negative inspiratory pressure, unidirectional valve, mechanical ventilation, pediatric critical care*” não encontramos nenhum trabalho comparando o uso da válvula unidirecional com a oclusão manual em crianças submetidas à VM. Portanto, não podemos

extrapolar essas medidas para a população pediátrica, sendo necessários estudos para esta faixa etária em VM.

Outras variáveis ventilatórias utilizadas para auxiliar na decisão da extubação estão apresentadas na tabela 1.

Analisando os artigos citados na tabela 1, podemos observar que o valor preditivo dos índices ventilatórios apresenta um valor considerado mediano, o que impossibilita afirmar que essas variáveis possam confirmar o sucesso de extubação.

Hernandez⁽⁵²⁾ analisou o volume minuto expiratório (V_E) de pacientes que tiveram sucesso no teste de respiração espontânea, monitorando a cada minuto após retornar o paciente à ventilação mecânica. O estudo foi realizado pelo fato de que a maioria das pesquisas utiliza uma monitorização a cada 5 e 15 minutos. O resultado mais importante desse estudo foi que a determinação do tempo de recuperação necessário para reduzir o V_E para a metade da diferença entre o V_E no final do teste de respiração espontânea e o V_E basal durante a reconexão do ventilador pode ser útil na decisão da extubação auxiliando na melhora da performance do tempo de recuperação e do V_E descrito previamente.

Tabela 1 Resumo de trabalhos com índices preditivos de extubação em pediatria.

Parâmetro	Estudo/ Ano/ Ponto de corte para sucesso de extubação	N	Sensib IC 95%	Especif IC 95%	p
Frequência Respiratória (FR)	Thiagarajan ⁽⁵⁾ /99/ ≤45rpm	227	0,73	0,65	0,76
	Venkataraman ⁽⁴⁾ /00/ /padrão-idade	312			
	Manczur ⁽⁵³⁾ /00/≤24	47	0,57	0,85	
	Farias ⁽¹⁴⁾ / 02/ ≤45	323	0,41	0,72	
Volume Corrente (VC)	Khan ⁽⁶⁾ /96 ≥4ml/Kg	208		0,28	0,08
	Thiagarajan ⁽⁵⁾ /99/ ≥5,5/ml/Kg	227	0,75	0,61	
	Manczur ⁽⁵³⁾ /00/ ≥6ml/Kg	47	0,85		
	Farias ⁽¹⁴⁾ / 02/ ≥4ml/Kg	323	0,2	0,93	
	Johnston ⁽⁴¹⁾ /07/ ≥8ml/Kg	274			
Índice de Respiração Superficial (IRS)	Khan ⁽⁶⁾ /96 ≤8 rpm/ml/Kg	208	0,7	0,65	0,96
	Baumeister ⁽¹³⁾ /97 ≤11rpm/ml/Kg	47			
	Thiagarajan ⁽⁵⁾ /99/ ≤8rpm/ml/Kg	227	0,74	0,74	
	Venkataraman ⁽⁴⁾ /00/ Padrão/idade	312			
	Manczur ⁽⁵³⁾ /00/ >8,1rpm/ml/Kg	47	0,43	0,88	
	Farias ⁽¹⁴⁾ / 02 ≤11rpm/ml/Kg	323	0,27	0,91	
Índice de pressão CROP	Khan ⁽⁶⁾ /96 ≥0,2 ml/Kg/rpm	208			0,83
	Baumeister ⁽¹³⁾ /97 ≥0,1ml/Kg/rpm	47	0,77	0,71	
	Thiagarajan ⁽⁵⁾ /99/ ≥0,15ml/Kg/rpm	227	0,83	0,53	
	Vekataraman ⁽⁴⁾ /00/ Padrão/idade	312			
	Manczur ⁽⁵³⁾ /00/ >0,78ml/Kg/rpm	47	0,43	0,89	
Pressão Inspiratória Máxima (P _{imax})	El Khatib ⁽¹⁷⁾ /96 PI/PiMax=0,3	50	0,53	0,78	0,82
	Venkataraman ⁽⁴⁾ /00/ Padrão/idade	312			
	Johnston ⁽⁴¹⁾ /07/ ≥-50 cmH ₂ O				

FR= Frequência respiratória; VC= Volume corrente; IRS= índice de respiração superficial; CROP=

Compliance/rate/oxygenation/pressure index; P_{imax}= Pressão inspiratória máxima; Valor NE= Valor não estabelecido

Outro estudo demonstrou que as crianças com falha de extubação apresentavam aumento da demanda ventilatória e dificuldades de oxigenação e ventilação quando comparadas as crianças com sucesso de extubação.⁽⁵⁾

Em estudo anterior realizado pelo nosso grupo,⁽⁴²⁾ foram analisados alguns preditores de falha de extubação em crianças no pós operatório de cirurgia cardíaca. Nesse estudo, a falha de extubação foi de 19% (11/59) e os dados relacionados ao insucesso da extubação foram: $IO \geq 2$, $RCF \geq 4$, tempo de VM ≥ 3 dias, $V_E \leq 1,7$ mL/Kg/min, $P_aO_2 \leq 64$ mmHg e $PI_{max} \geq -53$ cmH₂O.

O momento ideal para a retirada da ventilação mecânica em crianças continua sendo incerto. A cada dia novos índices ventilatórios são propostos, porém, na prática clínica a decisão da equipe médica observada através de parâmetros clínicos e laboratoriais continua sendo o mais utilizado. A experiência do médico responsável pela retirada do suporte ventilatório segue contando mais do que possíveis índices preditivos de sucesso de extubação.

São necessários novos estudos com uma amostra significativa e que incluam todos os índices e parâmetros já estudados, analisando-os estratificadamente por idade e/ou doença.

REFERÊNCIAS

1. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Jr., Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001;120:375S-95S.
 2. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med*. 2002;28:535-46.
 3. Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest*. 2001;119:897-900.
 4. 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.
 5. Thiagarajan R, Bratton S, Martin L, Brogan T, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160:1562-6.
 6. 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.
 7. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, Hanson JH, Gedeit RG, Meert KL, et al. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2002;288:2561-8.
 8. Epstein SK, Nevins ML, Chung J. Effect of unplanned extubation on outcome of mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161:1912-6.
-

-
9. Esteban A, Alia I, Tobin MJ. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish lung failure collaborative group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:512-8.
 10. Anene O, Meert KL, Uy H, Simpson P, Sarnaik AP. Dexamethasone for the prevention of postextubation airway obstruction: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Crit Care Med.* 1996;24:1666-9.
 11. Kemper KJ, Benson MS, Bishop MJ. Predictors of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Crit Care Med.* 1991;19:352-5.
 12. Matsumoto T, Carvalho W. Tracheal Intubation. *J Pediatr (Rio J).* 2007;83:S83-S90.
 13. 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.
 14. Farias JA, Alia I, Retta A, Olazarri F, Fernandez A, Esteban A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med.* 2002;28:752-7.
 15. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* 1998;24:1070-5.
 16. 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;6:166-70.
 17. El-Khatib MF, Baumeister B, Smith PG, Chatburn RL, Blumer JL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: does it predict successful
-

-
- extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med.* 1996;22:264-8.
18. Mitnacht AJ, Thanjan M, Srivastava S, Joashi U, Bodian C, Hossain S, et al. Extubation in the operating room after congenital heart surgery in children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;136:88-93.
19. Piva J, Celiny PCR, Amantéa S. Ventilação mecânica em pediatria. In: Piva J, Garcia PC, editors. *Medicina Intensiva em Pediatria.* Rio de Janeiro: Revinter; 2006;487-508.
20. Rotta A, Steinhorn D. Conventional mechanical ventilation in pediatrics. *J Pediatr (Rio J).* 2007;83:S100-S8.
21. Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *Br Med J.* 1974;2:656-9.
22. Alexander E, Carnevale FA, Razack S. Evaluation of a sedation protocol for intubated critically ill children. *Intensive Crit Care Nurs.* 2002;18:292-301.
23. Mota EM, Garcia PCR, Piva JP, Fritscher CC. A influência da desnutrição na utilização de ventilação mecânica em crianças admitidas em UTI pediátrica. *J Pediatr (Rio J).* 2002;78:146-52.
24. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29:1033-56.
25. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Vallverdu I. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish lung failure collaborative group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:459-65.
-

-
26. Jones D, Byrne P, Morgan C, Fraser I, Hyland R. Positive and expiratory pressure vs T-piece: extubation after mechanical ventilation. *Chest*. 1991;100:1655-9.
 27. Epstein SK. Evaluation of the rapid shallow breathing index in the clinical setting. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:545-9.
 28. Haberthur C, Mols G, Elsasser S. Extubation after breathing trials with automatic tube compensation, T-tube, or pressure support ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2002;46:973-9.
 29. Farias J, Retta A, Alia I. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med*. 2001;27:1649-54
 30. Chavez A, Dela C R, rever Z. Spontaneous breathing trial predicts successful extubation in infants and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2006;7:324-8.
 31. Restrepo R, Fortenberry J, Spainhour C, Stockwell J, Goodfellow L. Protocol-driven ventilator management in children: comparison to nonprotocol care. *J Intensive Care Med*. 2004;19:274-84.
 32. Matic I, Majeric-Kogler V. Comparison of pressure support and T-tube weaning from mechanical ventilation: randomized prospective study. *Croat Med J*. 2004;45:162-6.
 33. Esteban A, Frutos F, M.J. T. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med*. 1995;332:345-50.
-

-
34. 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.
 35. Lee KH, Hui KP, Chan TB, Tan WC, Lim TK. Rapid shallow breathing (frequency-tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. *Chest.* 1994;105:540-3.
 36. Chatila W, Jacob B, Guaglionone DE. The unassisted respiratory rate tidal volume ratio accurately predicts weaning outcome. *Am J Med.* 1999;101:61-7.
 37. Tobin MJ, Perez W, Guenther SM, Semmes BJ, Mador MJ, Allen SJ, et al. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1986;134:1111-8.
 38. 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.
 39. Wilson B, Becker M, Linton M. Spontaneous minute ventilation predicts readiness for extubation in mechanically ventilated preterm infants. *J Perinatol.* 1998;18:436-9.
 40. Noizet O, Leclerc F, Sadik A, Grandbastien B, Riou Y, Dorkenoo A, et al. Does taking endurance into account improve the prediction of weaning outcome in mechanically ventilated children? *Crit Care.* 2005;798-807.
 41. Johnston C. Capacidade preditiva de variáveis clínicas, demográficas e testes que avaliam a capacidade ventilatória para definir falha ou sucesso da extubação em uma população pediátrica submetida à ventilação pulmonar mecânica por diferentes etiologias. Porto Alegre: PUCRS; 2007.
-

-
42. Johnston C, Piva J, Carvalho W, Garcia P, Fonseca M, Hommerding P. Preditores de falha da extubação em crianças nos pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidas à ventilação pulmonar mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2008;20:57-62.
 43. Johnston C, Piva JP, Carvalho WB, Celiny PCR, Fonseca MC. Risk factors to extubation failure in infants with severe acute bronchiolitis. *Respir Care*. In press 2008.
 44. Yang KL. Reproducibility of weaning parameters. A need for standardization. *Chest*. 1992;102:1829.
 45. Sahn S, Lakshminarayan S, Petty T. Weaning from mechanical ventilation. *JAMA*. 1976;235:2208-12.
 46. Truwit JD, Marini JJ. Validation of a technique to assess maximal inspiratory pressure in poorly cooperative patients. *Chest*. 1992;102:1216-9.
 47. Fiastro JF, Habib MP, Shon BY, Campbell SC. Comparison of standard weaning parameters and the mechanical work of breathing in mechanically ventilated patients. *Chest*. 1988;94:232-8.
 48. Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis*. 1971;103:641-50.
 49. Marini J, Smith T, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care*. 1986;1:32-8.
 50. Caruso P, Friedrich C, Denari SD, Ruiz SA, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest*. 1999;115:1096-101.
-

51. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1855-62.
 52. Hernandez G, Fernandez R, Luzon E, Cuenca R, Montejo JC. The early phase of the minute ventilation recovery curve predicts extubation failure better than the minute ventilation recovery time. *Chest.* 2007;131:1315-22.
 53. Manczur T, Greenough A, Pryor Dea. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2000;1:28-32.
-

2 JUSTIFICATIVA

A maioria dos pacientes submetidos à ventilação mecânica (VM) é retirada rapidamente do suporte ventilatório, considerando que a condição que levou ao início da VM tenha sido resolvida. Entretanto, cerca de 10% a 20% das crianças extubadas necessitam de reintubação.^(1, 2) É justamente nesses casos que se faz necessário um melhor entendimento a respeito do processo da retirada do suporte ventilatório.

Alguns indicadores de desmame, como volume corrente, frequência respiratória, pressão inspiratória máxima e índice de respiração superficial, apresentam capacidade limitada de discriminar as crianças com sucesso de extubação e aquelas que exigem reintubação.⁽³⁻⁵⁾

Em um estudo anterior realizado pelo nosso grupo,⁽⁶⁾ foram analisadas as variáveis ventilatórias, dentre elas, o índice de respiração superficial, o volume corrente, o volume minuto expirado, a pressão inspiratória máxima e a pressão expiratória máxima das crianças submetidas à ventilação mecânica. Foi feita a comparação entre um grupo retirado da VM com sucesso e outro que necessitou de reintubação. Neste estudo foi possível analisar dois grupos separadamente: crianças com bronquiolite viral aguda (n=44) e crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca (n=59).

No estudo atual, pretendemos analisar as mesmas variáveis, porém discriminando os grupos quanto à idade e analisando a variabilidade dessas variáveis de acordo com a faixa etária, pois existe a necessidade de verificar a dispersão das variáveis em crianças pequenas, pois, até então, nenhum estudo mostrou esta variabilidade. Acreditamos que isso pode interferir nos testes pré-extubação e na tomada de decisão quanto ao momento ideal para a retirada do suporte ventilatório.

A partir do momento em que as variáveis ventilatórias encontradas antes da extubação tenham uma capacidade preditiva alta para determinar sucesso de extubação, reduziríamos substancialmente os riscos de falha de extubação e, conseqüentemente, o tempo de internação na UTI pediátrica e os respectivos custos. Sendo assim, a busca por índices seguros no momento da extubação é de importância fundamental na rotina de uma UTI pediátrica.

REFERÊNCIAS

1. Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest*. 2001;119:897-900.
 2. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Jr., Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001;120:375S-95S.
 3. Khan N, Brown A, Vankataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med*. 1996;24:1568-79.
 4. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med*. 1998;24:1070-5.
 5. Farias JA, Alia I, Retta A, Olazarri F, Fernandez A, Esteban A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med*. 2002;28:752-7.
 6. Johnston C. Capacidade preditiva de variáveis clínicas, demográficas e testes que avaliam a capacidade ventilatória para definir falha ou sucesso da extubação em uma população pediátrica submetida a ventilação pulmonar pediátrica submetida a ventilação pulmonar mecânica por diferentes etiologias. Porto Alegre: PUCRS; 2007.
-

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar o comportamento de determinados índices ventilatórios no período pré-extubação de crianças submetidas à ventilação mecânica.

3.2 Objetivos Específicos

1- Estimar a variabilidade do índice de respiração superficial e das pressões inspiratória e expiratória máximas aplicado nas diversas faixas etárias e estratificado por grupo de doenças;

2- Comparar os valores do índice de respiração superficial e das pressões ventilatórias máximas com valores de referência preditores de sucesso de extubação em crianças.

CAPÍTULO II

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento

Estudo transversal observacional prospectivo.

4.2 Local

O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital São Lucas (HSL) da PUCRS, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no período de agosto de 2007 a agosto de 2008. Esta UTI pediátrica tem doze leitos e faz parte de um hospital escola de referência do Sul do Brasil. A unidade atende em média 430 pacientes/ano incluindo pacientes clínicos e cirúrgicos com idade que varia entre um mês e 19 anos, com uma mediana de 31 meses de idade. Cerca de 13% das crianças internam mais de uma vez por ano. Em torno de 40% das internações necessitam de ventilação mecânica e a taxa de mortalidade oscila entre 7 e 10% ao ano.⁽¹⁾

4.3 Pacientes

Foram incluídas no estudo todas as crianças internadas na UTI pediátrica do HSL, consideradas aptas para retirada da ventilação mecânica de acordo com critérios da equipe médica, no período de um ano.

4.3.1 Critérios de exclusão

Excluiu-se do estudo crianças com traqueostomia, pacientes cujos pais ou responsáveis se negaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, assim como, pacientes reintubados que já haviam participado do estudo.

4.4 Intervenção

Após os pacientes serem considerados aptos para extubação, segundo critérios da equipe médica, foram feitas as avaliações, conforme o protocolo estabelecido. (Anexo I)

Inicialmente, foi realizada a aspiração do tubo oro-traqueal, seguido de ventilometria, manovacuometria, fisioterapia respiratória e extubação, necessariamente nessa ordem. (Figura 1)

A aspiração do tubo endo-traqueal foi realizada sem adição de soro fisiológico e sem ventilação com balão auto-inflável, tendo em vista que o uso da pressão positiva fornecida com o uso de balão auto-inflável poderia interferir nas medidas das variáveis ventilatórias. (Figura 2)

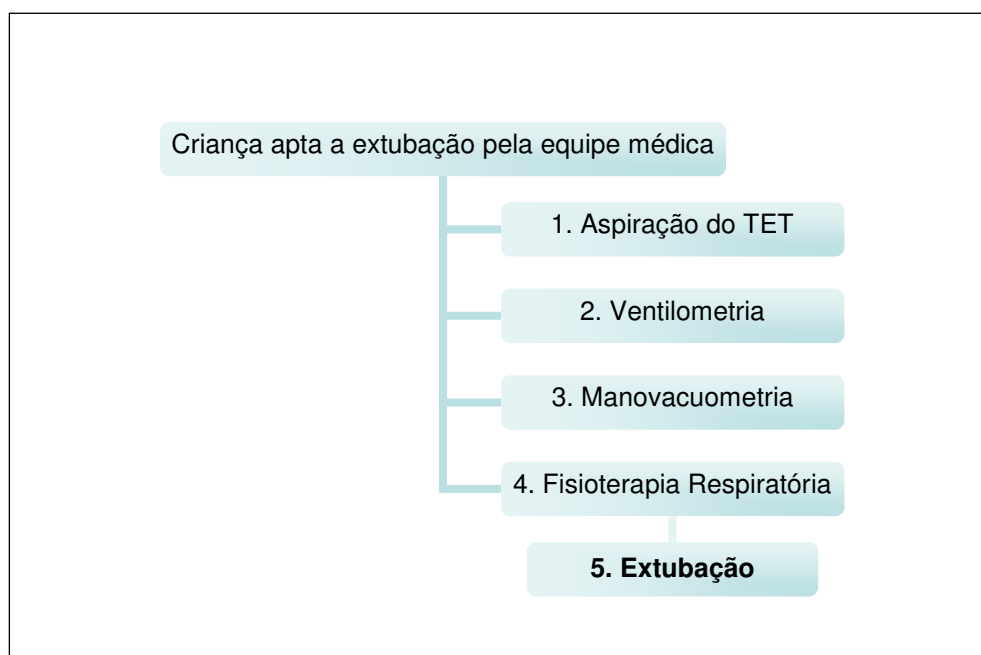


Figura 1 Protocolo de avaliação pré-extubação



Figura 2 Aspiração do tubo traqueal

A ventilometria, que serve para mensurar o volume minuto expiratório (V_E), foi realizada com um ventilômetro acoplado ao TET, durante um minuto. A partir do V_E encontrado e da FR no momento do teste, calculou-se o volume corrente, através da razão V_E/FR , ajustado pelo peso em Kg. A partir do VC calculou-se o IRS (FR/VC). Antes de seguir para a etapa seguinte

(manovacuometria), esperou-se em torno de um minuto, ou até estabilizar a saturação de oxigênio e as frequências respiratória e cardíaca. (Figura 3)



Figura 3 Realização da ventilometria

A manovacuometria foi realizada com um manovacuômetro digital, acoplado ao TET, durante cinco ciclos respiratórios, com a cabeceira do leito elevada a um ângulo de 30°. Com este aparelho foi possível mensurar a força muscular ventilatória inspiratória (PI_{max}) e expiratória (PE_{max}). (Figura 4)



Figura 4 Realização da manovacuometria

Os testes foram realizados pela pesquisadora e duas fisioterapeutas que participaram da elaboração do protocolo e metodologia. Antes de iniciar o estudo, as três fisioterapeutas realizaram um treinamento para a realização dos

testes, com a obtenção de um índice de kappa de 0,8 na concordância das variáveis medidas com a investigadora principal.

A equipe médica não era informada quanto aos resultados obtidos nos testes ventilatórios, não interferindo em qualquer decisão tomada pela equipe.

4.5 Equipamentos utilizados no estudo

A UTI pediátrica onde foi realizado o estudo utiliza quatro modelos de aparelho de VM: Servo 300[®] e Servo-i[®] da marca Siemens, Sechrist IV[®] 100B e Sechrist IV 200[®]. Os modos ventilatórios apresentados antes da extubação foram: ventilação mandatória intermitente (IMV), ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) e pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP).

Para mensurar a força da musculatura respiratória ($P_{I_{max}}$ e PE_{Max}) utilizamos um manovacuômetro digital, marca Globalmed[®], modelo MVD300.



Figura 5 Manovacuumetro digital MVD 300 Globalmed[®]

Para mensurar o volume minuto expiratório, a partir do qual calculou-se o VC e o IRS, utilizou-se um ventilômetro analógico marca Ohmeda.



Figura 6 Ventilômetro Ohmeda

4.6 Análise Estatística

4.6.1 Estimativa do tamanho da amostra

A admissão anual na UTI pediátrica do HSL é de aproximadamente 430 pacientes, sendo que aproximadamente 40% destes fazem uso de VM⁽¹⁾, em torno de 7-10% vão a óbito, sendo que a maioria encontra-se em VM. Aceitando uma perda de $\pm 10\%$, estimamos que a amostra seria de 120 pacientes, no período de um ano.

4.6.2 Análise dos dados

4.6.2.1 Variáveis

Variáveis não paramétricas nominais: sexo, tipo de diagnóstico (bronquiolite, pós-operatório cardíaco, outros pós-operatórios ou outros diagnósticos clínicos) e motivo da reintubação em até 48 horas, são apresentadas em números absolutos e percentual (%).

Variáveis contínuas com distribuição assimétrica: são expressas em mediana e seus percentis 25% e 75%.

Variáveis paramétricas, contínuas ou quantitativas: idade (em meses, calculada através da data do nascimento menos data da extubação, mais um), tempo da VM (data da intubação menos data da extubação, mais um) peso (em Kg de acordo com o registro no prontuário da última medida realizada antes da extubação), parâmetros da VM (PIP, PEEP, T_{ins} , T_{exp} , FR e F_{iO_2}), VC, V_E , PI_{max} e PE_{max} são representadas através da média e o respectivo desvio padrão (dp).

Para comparação dos pontos de corte do índice de respiração superficial e do volume corrente, utilizamos os estudos descritos na tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos principais estudos e pontos de corte de índices ventilatórios preditores de sucesso de extubação

	VC para sucesso de extubação	IRS para sucesso de extubação
Khan/96 ⁽²⁾	<4ml/Kg	≤ 8 rpm/ml/Kg
Farias /98 ⁽³⁾	<4 ml/Kg	≤11 rpm/ml/Kg
Thiagarajan/99 ⁽⁴⁾	<5,5ml/Kg	≤8rpm/ml/Kg
Manczur/00 ⁽⁵⁾	<6ml/Kg	≤8,1rpm/ml/Kg

4.6.3 Testes estatísticos

Teste U de Mann-Whitney: teste não paramétrico, utilizado para comparar as variáveis que não apresentaram distribuição normal entre o grupo falha e o grupo sucesso de extubação.

Teste t de *Student* para amostras independentes: teste paramétrico utilizado para comparar as variáveis contínuas com distribuição normal entre o grupo falha e o grupo sucesso de extubação.

Teste Qui-quadrado de Pearson: teste estatístico não paramétrico utilizado para demonstrar a mediana e os percentis 25% e 75% das variáveis não paramétricas ordinais de toda amostra.

Curva ROC: utilizada para identificar ponto de corte, sensibilidade e especificidade das variáveis ordinais e contínuas, que apresentaram diferença estatística significativa entre o grupo falha e o grupo sucesso de extubação.

Significância estatística: o resultado da análise estatística foi considerado significativo quando encontrado um $p \leq 0,05$.

4.7 Aspectos Éticos

Na avaliação dos pesquisadores o estudo é altamente relevante, uma vez que o momento para a retirada da ventilação mecânica em crianças baseia-se na experiência pessoal dos médicos assistentes. O uso de um ou mais índices para a extubação é usado como rotina em poucos serviços e como exceção na maioria dos serviços de terapia intensiva pediátrica.

Os testes realizados no momento anterior a extubação mostraram-se seguros, rápidos e sem riscos aos pacientes, quando avaliados em outros estudos. Além disso, não houve necessidade de realização de exames invasivos em função deste estudo e, tampouco, alteração na rotina da unidade.

O estudo poderá proporcionar um benefício futuro, possibilitando a identificação de fatores potenciais para falha de extubação.

Os responsáveis pelos pacientes foram informados por escrito e verbalmente do projeto e somente foram incluídos os pacientes cujos responsáveis concordaram e assinaram o termo de Consentimento Informado (Anexo II). A identidade dos pacientes e responsáveis foi mantida em sigilo.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do Hospital São Lucas da PUCRS (CEP 271/04).

Desta forma esta pesquisa seguiu as normas vigentes na lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e normas de pesquisa com seres humanos.⁽⁶⁾

REFERÊNCIAS

1. Corullón JL. Perfil epidemiológico de uma UTI pediátrica no sul do Brasil. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2007.
 2. Khan N, Brown A, Vankataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med.* 1996;24:1568-79.
 3. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* 1998;24:1070-5.
 4. Thiagarajan R, Bratton S, Martin L, Brogan T, Taylor D. Predictors of successful extubation in children *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160:1562-6.
 5. Manczur T, Greenough A, Pryor Dea. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2000;1:28-32.
 6. CIOMS. International ethical guidelines for biomedical research involving human subjects. Geneva: WHO; 1993.
-

CAPÍTULO III

5 ARTIGO ORIGINAL

Página de rosto do artigo original a ser submetido ao Jornal de Pediatria

VARIABILIDADE DOS ÍNDICES VENTILATÓRIOS NO MOMENTO DA EXTUBAÇÃO EM CRIANÇAS SUBMETIDAS À VENTILAÇÃO MECÂNICA

Silvia Gatiboni¹, Jefferson Pedro Piva²

1. Fisioterapeuta, aluna do curso de pós-graduação (mestrado) em pediatria e saúde da criança, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, RS.

2. Doutor. Professor adjunto, Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina na PUCRS e Departamento de Pediatria e Puericultura da Faculdade de Medicina da UFRGS, Porto Alegre, RS.

Correspondência:

Silvia Gatiboni

Rua Dona Eugênia, 1087, 202

CEP 90630-150 Porto Alegre, RS

Tel: (51)92440860

email: silviagatiboni@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Na tentativa de reduzir a percentagem de falha de extubação em pediatria, existe uma busca constante por índices que possam auxiliar na decisão da extubação de crianças submetidas à ventilação Mecânica (VM).

A falha de extubação apresentada na prática clínica de UTI (Unidade de Terapia Intensiva) pediátrica encontra-se entre 10 e 20%.^(1, 2) Dentre as causas de falha de extubação a mais citada é a obstrução alta (11 a 22%), causada por inflamação e edema laríngeo, que ocorre em até 48 horas após a retirada do tubo endo-traqueal (TET).^(1, 3)

Outros fatores reconhecidamente apresentam riscos para falha de extubação. Quanto maior o tempo de ventilação mecânica maior o risco⁽⁴⁻⁶⁾ e quanto menor a idade maior a probabilidade de falha de extubação.^(3, 5-8) Além disso, o desequilíbrio entre a capacidade dos músculos envolvidos na mecânica ventilatória e a demanda ventilatória, bem como o uso de dopamina, dobutamina e sedação intravenosa podem predispor a falha de extubação.⁽⁹⁾

Alguns índices ventilatórios têm sido analisados para assegurar uma extubação bem sucedida. Dentre eles, o índice de respiração superficial (IRS), que foi inicialmente descrito por Yang e Tobin⁽¹⁰⁾ como a razão entre a frequência respiratória e o volume corrente. É considerado um bom teste para prever sucesso ou falha de desmame em adultos, porém apresenta baixo poder preditivo na população pediátrica.^(4, 5, 11-13)

Em estudo anterior, o ponto de corte utilizado para o $IRS \leq 6,5$ FR/min/mL/Kg para predizer o sucesso da extubação em pediatria apresentou moderada sensibilidade (80%) e baixa especificidade (70%).^(5, 6)

Outra variável utilizada na tentativa de predizer sucesso de extubação em pediatria é a pressão inspiratória máxima (PI_{max}), que é a medida da força da musculatura inspiratória, principalmente diafragma.

Na população pediátrica a $PI_{max} \geq 50$ cmH₂O é considerada fator de risco para falha de extubação.⁽¹⁴⁾ Este ponto de corte apresentou 33% de sensibilidade e 88% de especificidade para crianças com diagnóstico de bronquiolite viral aguda.⁽¹⁵⁾

O índice de CROP (*Compliance/rate/oxygenation/pressure index*) também é utilizado na decisão do momento ideal para a extubação de crianças. Ele é calculado a partir de dados da complacência dinâmica, frequência respiratória (FR), relação alvéolo-arterial de oxigênio (PaO_2/PAO_2) e pressão inspiratória máxima. Na população pediátrica o valor do índice de CROP é ajustado pelo peso, com um ponto de corte preditivo de sucesso de extubação $\geq 0,15$ ml/Kg/cmH₂O/cpm.⁽¹¹⁾

Considerando a grande diversidade de índices utilizados para predizer sucesso de extubação e a heterogeneidade dos estudos existentes, este estudo tem por objetivo analisar o comportamento de alguns índices ventilatórios no período pré-extubação de crianças submetidas à ventilação mecânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo transversal foi realizado no período de Agosto de 2007 a agosto de 2008 na UTI pediátrica do Hospital São Lucas (HSL) da PUCRS, na cidade de Porto Alegre, RS. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do hospital (CEP 271/04) e todas as crianças incluídas tiveram consentimento informado assinado pelos pais ou responsáveis.

Foram incluídas no estudo todas as crianças consideradas aptas para retirada da ventilação mecânica de acordo com critérios da equipe médica. Foram excluídas as crianças com traqueostomia, pacientes cujos pais ou responsáveis se negaram a assinar o termo de consentimento informado, e pacientes reintubados que já haviam participado do estudo.

As crianças aptas a extubação foram avaliadas por uma das três fisioterapeutas treinadas (κ 0,8) de acordo com um protocolo estabelecido e comum a todos os pacientes.

Inicialmente, foi realizada a aspiração do tubo endo-traqueal, seguido de ventilometria, manovacuometria, fisioterapia respiratória e extubação. Além disso, foram coletados dados dos prontuários dos pacientes (peso, altura, idade, diagnóstico).

A aspiração do TET foi realizada sem adição de soro fisiológico e sem ventilação com balão auto-inflável.

A ventilometria, que serve para mensurar o volume minuto expirado (V_E), foi realizada com um ventilômetro analógico (Ohmeda[®]) acoplado ao TET, durante um minuto. A partir do V_E encontrado e da frequência respiratória no momento do teste, calculou-se o volume corrente (VC) através da razão V_E/FR , ajustado pelo peso em Kg. A partir do VC calculou-se o IRS (FR/VC).

A manovacuometria foi realizada com um manovacuômetro digital (MVD 300-Globalmed[®]), acoplado ao TET, durante cinco ciclos respiratórios, com a cabeceira do leito elevada a um ângulo de 30°.

A UTI pediátrica onde foi realizado o estudo utiliza quatro modelos de aparelho de VM: Servo 300[®] e Servo-i[®] da marca Siemens, Sechrist IV[®] 100B e Sechrist IV 200[®].

Os dados foram tabulados e analisados através do programa SPSS versão 11.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA). Para a análise das variáveis com distribuição simétrica utilizou-se o teste t de student; para as variáveis assimétricas, o teste de Mann-Whitney; para a análise das variáveis qualitativas, utilizou-se o teste Qui-Quadrado de Pearson. Foi considerado significativo um $p \leq 0,05$. Variáveis com significância estatística tiveram seu ponto de corte calculado a partir da curva ROC.

RESULTADOS

No período do estudo, foram avaliadas 100 crianças submetidas à ventilação mecânica, com idade média de 2,1 anos. Houve falha de extubação em 13% da amostra, sendo que seis crianças necessitaram retornar à VM em até uma hora após a extubação. O tempo médio de VM foi de 6,3 dias e a maioria dos pacientes apresentou diagnóstico de bronquiolite viral aguda (47%).

Ao analisarmos separadamente a amostra de acordo com o diagnóstico, observamos que dentre as crianças com diagnóstico de bronquiolite viral aguda (n=47), 6,4 % apresentaram falha de extubação. O grupo de crianças extubadas

no pós-operatório de cirurgia cardíaca (n=17) apresentou 29,4% de falha de extubação. Comparando o percentual de falha de extubação entre os grupos observamos uma diferença significativa (p=0,02).

Analisando a característica da amostra subdividida em grupo falha e grupo sucesso de extubação, observamos que o peso foi significativamente menor no grupo que necessitou de reintubação (10,3±8,1 Kg vs 5,5±2,4 Kg), não havendo diferença entre os grupos quanto à idade, altura e tempo de ventilação mecânica. (tabela 1)

Tabela 1 Característica da amostra de crianças retiradas da VM com sucesso e falha de extubação

	Sucesso n=87	Falha n=13	Dif (IC95%)	P*
Idade (meses)	28,7 ± 44,2	6,4 ± 6,1	22,3 (12,3_32,2)	0,1
Altura (cm)	74,1 ± 27,3	61,3 ± 12,5	12,7 (-6,9_32,3)	0,2
Peso (Kg)	10,3 ± 8,1	5,5 ± 2,4	4,9 (2,7_7,2)	0,01
Tempo de VM(dias)	6,3 ± 4,6	14,1 ± 17,2	-7,8 (-18,3_2,5)	0,07

* p, nível de significância calculado pelo teste t de student para a variável altura e teste t de Mann-whitney para as demais variáveis.

Os parâmetros ventilatórios (PIP, PEEP, F_iO₂, T_{ins} e T_{exp}) no momento anterior a extubação não apresentaram diferença entre o grupo retirado com sucesso da VM e o grupo que necessitou de reintubação (tabela 2).

Verificando as características ventilatórias, observamos que o grupo retirado da VM com sucesso apresentou PI_{max} significativamente menor (mais negativa) do que o grupo que necessitou de reintubação (-60 ± 28,5 cmH₂O vs -40,9 ± 19,5 cmH₂O, p=0,02). (Tabela 2)

Tabela 2 Comparação entre os grupos sucesso e falha de extubação.

	Sucesso (n=87)	Falha (n=13)	Dif (IC95%)	p*
PI ¹ (cmH ₂ O)	-41,3 ± 27,9	-33,1 ± 19,7	5,4 (-11,1_22)	0,5
PI _{max} (cmH ₂ O)	-60 ± 28,5	-40,9 ± 19,5	16,9 (-0,09_33,8)	0,02
PE _{max} (cmH ₂ O)	56,2 ± 43,02	42,1 ± 27,3	11,9 (-13,3_37,3)	0,4
VC (ml/Kg)	7,9 ± 4,4	9,5 ± 6,3	-1,9 (-6,1_2,2)	0,6
V _E (ml/Kg/min)	2,6 ± 1,9	1,5 ± 1,1	1,05 (0,2_1,8)	0,07
IRS (FR/min/ml/Kg)	6,2 ± 4,9	8,1 ± 10,8	-1,7 (-8,3_-,8)	0,5

* nível de significância calculado pelo teste U de *Mann-whitney*; VC, volume corrente; IRS, índice de respiração superficial; PI¹, pressão inspiratória do primeiro segundo; PI_{max}, pressão inspiratória máxima; PE_{max}, pressão expiratória máxima; T_{ins}, tempo inspiratório; T_{exp}, tempo expiratório.

Ao analisarmos especificamente o grupo de crianças com diagnóstico de bronquiolite viral aguda (n=47), observamos que mesmo sendo um grupo homogêneo quanto à idade e diagnóstico clínico, as variáveis ventilatórias apresentaram grande dispersão. A média da pressão inspiratória máxima foi de -66,2 cmH₂O, com um desvio padrão de -29,9 cmH₂O. (Figura 1)

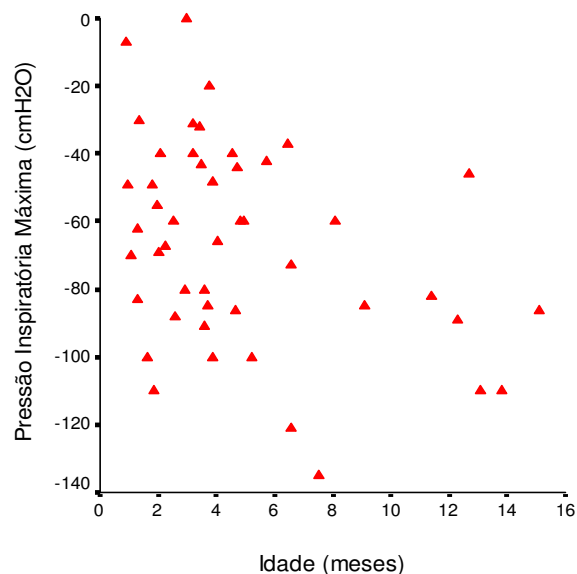


Figura 1 Pressão inspiratória máxima no momento da extubação de lactentes com bronquiolite viral aguda (n=47)

Da mesma forma, o índice de respiração superficial também apresentou uma variabilidade muito grande em crianças com bronquiolite viral aguda e, assim como as demais variáveis analisadas, parece não auxiliar na tomada de decisão para a retirada do suporte ventilatório. (Figura 2)

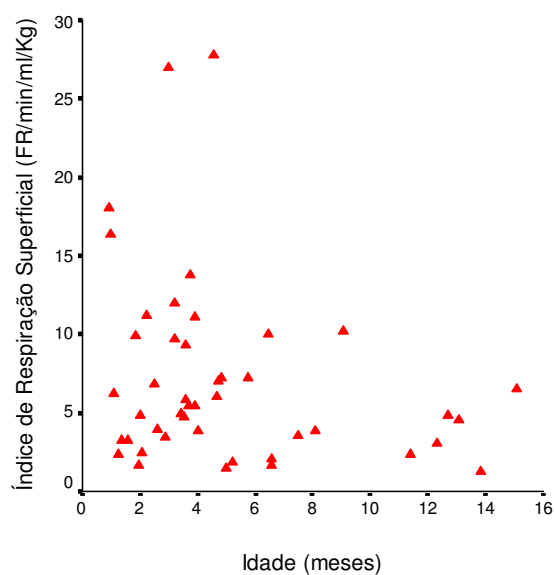


Figura 2 Índice de Respiração Superficial de acordo com a idade de crianças com bronquiolite viral aguda (n=47)

Análise das variáveis ventilatórias em um grupo de crianças menores de 1 ano (n=61)

Das 61 crianças menores de um ano retiradas da VM, 42 apresentaram diagnóstico de BVA (69%), seguido de 5 pós-operatórios de cirurgia cardíaca (8%), 9 diagnósticos clínicos (15%) e 5 outros pós-operatórios(8%). A amostra teve predominância do sexo masculino (43 crianças ou 70%).

O tempo médio de VM foi de 8,5 dias, com uma mediana de 7 dias. O peso médio apresentado foi de 5,3Kg.

Os parâmetros ventilatórios no momento anterior a extubação estão expressos na tabela 3.

Tabela 3 Características dos pacientes menores de um ano retirados da VM (n=61)

n=61	Media \pm Dp	Mediana IQ(25-75)
Idade (meses)	4 \pm 2,4	3,5 (2,1-5,1)
Sexo M:F	43:18	
Peso (Kg)	5,3 \pm 1,96	5,1 (3,9-6,5)
Tempo VM(dias)	8,5 \pm 8,3	7 (5-9)
PI¹ (cmH₂O)	-38 \pm 26	-31 (20-50)
PI_{max} (cmH₂O)	-59 \pm 28	-56 (37,5-82,5)
PE_{max} (cmH₂O)	56,9 \pm 41,8	41 (28-76)
VC (ml/Kg)	7,6 \pm 4,8	6,5 (3,8-10,2)
V_E (ml/Kg/min)	1,49 \pm 1,1	1,42 (0,7-1,9)
IRS (FR/min/ml/Kg)	7,1 \pm 5,7	5,3 (3,3-9,5)
PIP	27,2 \pm 4	28 (25-30)
PEEP	5,5 \pm 1	5 (5-6)
F_iO₂	0,29 \pm 0,04	0,3 (0,3-0,3)
T_{ins}	0,76 \pm 0,12	0,8 (0,7-0,8)
T_{exp}	5,7 \pm 1,9	5,2 (4,2-6,7)

VC, volume corrente; IRS, índice de respiração superficial; PI¹, pressão inspiratória do primeiro segundo; PI_{max}, pressão inspiratória máxima; PE_{Max}, pressão expiratória máxima; T_{ins}, tempo inspiratório; T_{exp}, tempo expiratório.

Das 61 crianças retiradas da VM, 11 necessitaram de reintubação (18%), todas por piora da função respiratória, de acordo com avaliação do médico responsável.

Na tabela 4 são apresentadas as características do grupo retirado com sucesso da VM e do grupo que necessitou de reintubação.

Tabela 4 Comparação entre o grupo sucesso e falha de extubação de crianças com idade inferior a um ano

	Sucesso (n=50)	Falha (n=11)	P
Idade (meses)	3,9 ± 2,4	4,2 ± 2,6	0,7 ^b
Altura (cm)	60,9 ± 10	58,5 ± 10,4	0,5 ^a
Peso (Kg)	5,4 ± 1,9	4,9 ± 2,1	0,4 ^a
Tempo de VM (dias)	7,4 ± 4	13,6 ± 17,3	0,2 ^b
VC (ml/Kg)	7,2 ± 4,3	9,5 ± 6,6	0,4 ^b
V_E (ml/Kg/min)	1,4 ± 1,1	1,5 ± 1,1	0,97 ^b
IRS (FR/min/ml/Kg)	7,5 ± 5,9	5,4 ± 5,2	0,3 ^b
PI¹ (cmH₂O)	-39,2 ± 27,8	-37 ± 19	0,7 ^a
PI_{max} (cmH₂O)	-62,6 ± 29	-42,7 ± 20,2	0,035 ^a
PE_{max} (cmH₂O)	59,5 ± 44	45,3 ± 28,6	0,4 ^b

Legenda: ^a, nível de significância calculado pelo teste t de student; ^b, nível de significância calculado pelo teste U de Mann-whitney; VC, volume corrente; IRS, índice de respiração superficial; PI¹, pressão inspiratória do primeiro segundo; PImax, pressão inspiratória máxima; PE_{max}, pressão expiratória máxima; T_{ins}, tempo inspiratório; T_{exp}, tempo expiratório.

Dentre os índices ventilatórios analisados, apenas a pressão inspiratória máxima apresentou diferença significativa entre o grupo sucesso e falha de extubação (-62,6±29 cmH₂O vs -42,7±20,2 cmH₂O; p=0,03). Levando em consideração estes achados, utilizamos a curva ROC para encontrarmos um ponto de corte para esta variável.

Analisando a curva ROC da PI_{max} para sucesso da extubação, encontramos uma área abaixo da curva de 0,7 com uma sensibilidade de 82% e especificidade de 55%, para um ponto de corte da PI_{max} de -37,5 cmH₂O.

O poder preditivo dos índices ventilatórios indicadores de sucesso de extubação em pediatria

Os resultados encontrados no presente estudo foram comparados com pontos de corte das variáveis ventilatórias estudadas por outros autores.

Volume Corrente

Utilizando o ponto de corte de 4ml/Kg,^(5, 11) como preditor de sucesso de extubação em crianças, teríamos uma sensibilidade de 16% e uma especificidade de 85%. Considerando um VC <5,5ml/Kg⁽¹³⁾ a sensibilidade seria de 31% e especificidade de 69%. Se o ponto de corte fosse de 6ml/Kg para o VC⁽¹⁶⁾ teríamos uma sensibilidade de 39% e uma especificidade de 54%. (Figura 3)

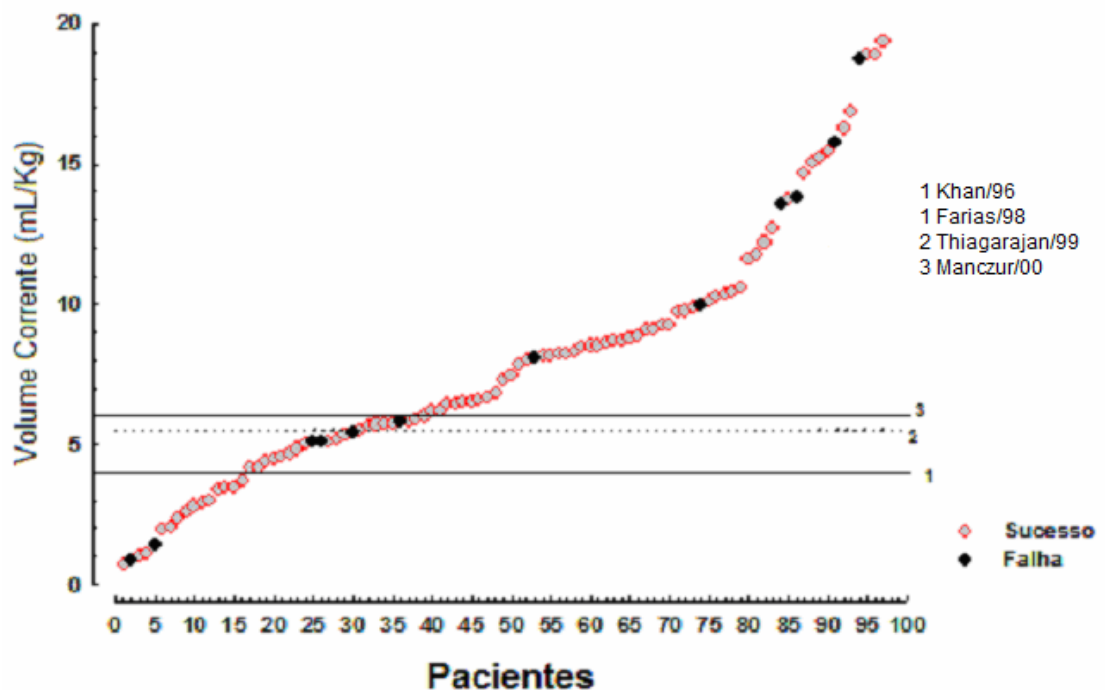


Figura 3 Volume Corrente e pontos de corte estabelecidos na literatura

Índice de Respiração Superficial

Se utilizássemos um ponto de corte de 8 rpm/ml/Kg⁽¹¹⁻¹³⁾ para o IRS, como preditor de sucesso de extubação, teríamos uma sensibilidade de 72% e especificidade de 23%.

Se o ponto de corte fosse aumentado para 11 rpm/ml/Kg^(17, 18) teríamos uma sensibilidade de 87% e especificidade de 15%.

Podemos observar na figura 4 a distribuição do IRS no grupo sucesso e no grupo com falha de extubação e verificar os dois pontos de corte citados anteriormente.

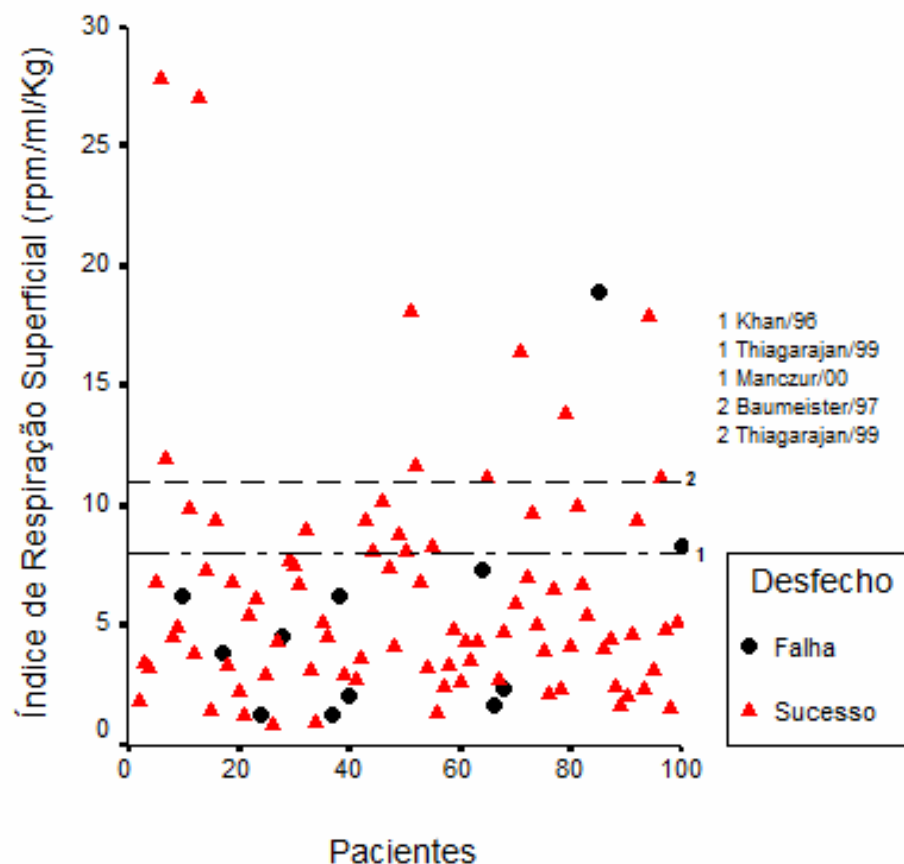


Figura 4 Índice de Respiração Superficial e pontos de corte indicados na literatura

Pressão Inspiratória Máxima

Considerando o ponto de corte da PI_{max} para sucesso de extubação $\leq -50\text{cmH}_2\text{O}$,⁽¹⁹⁾ teríamos uma sensibilidade de 57% e uma especificidade de 69%.

Na figura 5 podemos verificar a variabilidade da PI_{max} , sendo que tivemos uma criança com PI_{max} de $0\text{cmH}_2\text{O}$ e sucesso de extubação e outra com PI_{max} de $-135\text{cmH}_2\text{O}$ e também sucesso de extubação.

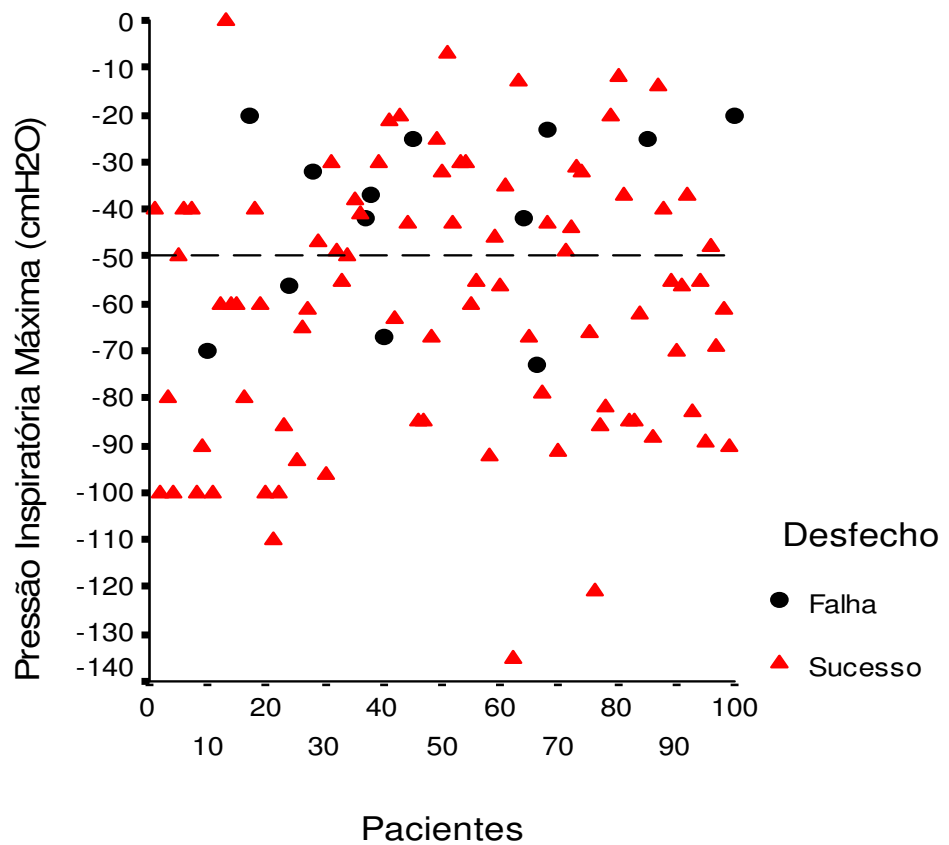


Figura 5 Pressão Inspiratória Máxima e ponto de corte de $-50\text{cmH}_2\text{O}$ para sucesso de extubação.

DISCUSSÃO

Nesse estudo, observamos que os valores de pressões ventilatórias máximas apresentam uma grande variabilidade, independente de faixa etária e doença. A única variável que apresentou alguma associação com falha ou sucesso de extubação foi a PI_{max} (sensibilidade de 82% e especificidade de 55%). Além disso, os pontos de corte preconizados na literatura para prever sucesso de extubação na população pediátrica (VC, IRS e PI_{max}) apresentam baixa sensibilidade e especificidade.

Há algum tempo existe uma busca de índices seguros para obter sucesso na retirada do suporte ventilatório invasivo na tentativa de diminuir a percentagem de falha de extubação na população pediátrica, que ocorre entre 10 e 20%.^(1, 2) A principal importância de se evitar a falha de extubação é o fato dela se associar ao aumento da morbidade e, também, aumento da mortalidade.^(20, 21) Existe uma dificuldade ao se avaliar a falha de extubação em função de um procedimento que precede esta circunstância, o desmame do ventilador. A retirada gradual do suporte ventilatório pode ser a causa da falha na extubação. O desmame em pediatria não segue uma padronização, ou seja, ele não é realizado de forma homogênea nas diferentes UTI pediátricas.^(22, 23)

A definição do momento ideal para realizar a extubação deveria ser baseada em parâmetros objetivos, acurados e reproduzíveis. Alguns índices têm sido utilizados em inúmeros estudos para prever sucesso de extubação. Na população adulta, a frequência respiratória apresenta sensibilidade moderada e especificidade baixa. O índice de respiração superficial apresenta sensibilidade entre 65 e 96% e especificidade entre 0 e 73%.^(10, 21, 24) Na literatura pediátrica

estes índices apresentam sensibilidade e especificidade ainda menores.^(4, 5, 11-13)

Este baixo poder para discriminar as crianças com potencial para falha de extubação poderia ser explicado pela grande amplitude na faixa etária e inclusão de diferentes patologias nos estudos. Neste sentido, cabe ressaltar que este estudo analisou separadamente o comportamento dos índices ventilatórios preditores de sucesso de extubação em uma amostra considerável de crianças abaixo de um ano de idade.

Apenas dois estudos analisaram estes índices de acordo com a patologia. Em pós-operatório de cirurgia cardíaca⁽¹⁹⁾ (59 crianças), com 19% de falha de extubação, foi apresentado um ponto de corte para a PI_{max} como fator de risco para falha de extubação, com uma sensibilidade de 80% e especificidade de 60%, porém a área abaixo da curva ROC era de 0,23, ou seja, insuficiente para conclusões seguras a respeito dessa variável. Outro estudo envolvendo lactentes com bronquiolite viral aguda (n=40)⁽¹⁵⁾ com um número de falha de apenas 6 crianças, observou uma sensibilidade de 83% e especificidade de 92% para um ponto de corte da PI_{max} de -50 cmH₂O . Este trabalho também apresentou ponto de corte para o IRS, porém esta variável não apresentou diferença significativa entre o grupo sucesso e falha de extubação. Os pontos de corte apresentados como preditores de sucesso de extubação não poderiam ser utilizados na prática clínica pelo fato da amostra ser muito pequena e insuficiente para tais conclusões.

Os demais estudos citados na literatura incluem crianças de diversas faixas etárias, com patologias de base variadas e sem citar claramente o protocolo de extubação estabelecido.^(4, 11-13, 23)

Analisando os resultados, observamos uma grande variabilidade nos índices ventilatórios, mesmo considerando um grupo homogêneo. Acreditamos que vários fatores possam contribuir para esta variabilidade, dentre eles: diferenças na composição muscular (desnutrição, idade, doenças prévias); capacidade de gerar força afim de manter uma ventilação espontânea adequada; nível de consciência no período pré-extubação (depuração de sedativos e anestésicos) e desconforto gerado pelo TET que poderia ocasionar um aumento do esforço respiratório e posterior fadiga muscular, influenciando na resposta ventilatória antes e após a extubação.

A pressão inspiratória máxima foi a única variável que apresentou diferença entre o grupo sucesso e o grupo com falha de extubação em crianças submetidas à ventilação mecânica. O ponto de corte para a PI_{max} , considerando o sucesso de extubação, apresentou uma sensibilidade moderada e uma especificidade baixa, o que pode estar relacionado a grande variabilidade dessa medida, mesmo num grupo homogêneo quanto à idade. Esta grande dispersão da PI_{max} pode ser ocasionada pelo aparelho utilizado na realização das medidas e pelo possível escape ao redor do TET, levando em consideração que não havia um manômetro para a medição da pressão do balonete. Além disso, todas as medidas de força muscular foram realizadas sem o uso de válvula unidirecional, pois na tentativa de utilizá-la verificamos que em crianças muito pequenas (principalmente abaixo de um ano), não era possível executar as medidas com a válvula e, portanto, optou-se pela oclusão manual para a medição da PI_{max} e PE_{max} .^(10, 25, 26)

Não podemos desconsiderar, também, a possibilidade do efeito da sedação residual das crianças, pois, apesar delas estarem aptas a ventilar espontaneamente, conforme avaliação da equipe médica, poderia haver um grau de torpor ou sedação mais leves que impedisse a realização de esforços máximos. Como já citado por Randolph e colaboradores,⁽²⁷⁾ o uso de benzodiazepínicos e opiáceos nas primeiras 24 horas do desmame esteve relacionado ao retardo e aumento do número de falhas de extubação. Venkataraman e colaboradores,⁽²³⁾ também referem que a sedação excessiva é uma das principais causas de falha de extubação. Apesar disso, os estudos não relacionam o grau de sedação à capacidade de realizar as medidas ventilatórias pré-extubação.

Dentre as limitações do estudo podemos considerar: o tempo de coleta de dados; os aparelhos utilizados para as medições das variáveis ventilatórias; a falta de colaboração das crianças na realização dos testes; a patologia de base; e a falta de um protocolo de desmame estabelecido. Muitas destas limitações são inerentes à população pediátrica e fazem parte da realidade das UTI pediátricas. Observamos, ainda, que a percentagem de falha de extubação é coincidente com os relatos de literatura, o que nos faz pressupor que esta amostra reflete o que ocorre na grande maioria das UTI pediátricas ao redor do mundo.^(1, 2)

Levando em consideração a percentagem de falha de extubação, que varia nos diversos estudos entre 15 e 20%, necessitaríamos de um estudo incluindo em torno de 1000 pacientes. Dessa forma, para avaliar com segurança os índices ventilatórios utilizados para prever sucesso de extubação,

deveríamos contar com, no mínimo, 150 crianças no grupo falha de extubação. Para isso, seria necessário um tempo de estudo muito extenso, se investigado em apenas uma unidade. A alternativa seria um estudo multicêntrico ou uma metanálise. Além disso, seria importante agrupar os pacientes quanto à idade e diagnóstico para a obtenção de pontos de corte para cada variável analisada, o que aumentaria ainda mais a amostra necessária.

REFERÊNCIAS

1. Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest*. 2001;119:897-900.
 2. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med*. 2002;28:535-46.
 3. Kemper KJ, Benson MS, Bishop MJ. Predictors of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Crit Care Med*. 1991;19:352-5.
 4. 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.
 5. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med*. 1998;24:1070-5.
 6. Farias JA, Alia I, Retta A, Olazarri F, Fernandez A, Esteban A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med*. 2002;28:752-7.
 7. El-Khatib MF, Baumeister B, Smith PG, Chatburn RL, Blumer JL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: does it predict successful extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med*. 1996;22:264-8.
 8. Mitnacht AJ, Thanjan M, Srivastava S, Joashi U, Bodian C, Hossain S, et al. Extubation in the operating room after congenital heart surgery in children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:88-93.
-

-
9. 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;6:166-70.
 10. 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.
 11. Khan N, Brown A, Vankataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med*. 1996;24:1568-79.
 12. Manczur T, Greenough A, Pryor Dea. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med*. 2000;1:28-32.
 13. Thiagarajan R, Bratton S, Martin L, Brogan T, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160:1562-6.
 14. Johnston C. Capacidade preditiva de variáveis clínicas, demográficas e testes que avaliam a capacidade ventilatória para definir falha ou sucesso da extubação em uma população pediátrica submetida à ventilação pulmonar mecânica por diferentes etiologias. Porto Alegre: PUCRS; 2007.
 15. Johnston C, Piva JP, Carvalho WB, Celiny PCR, Fonseca MC. Risk factors to extubation failure in infants with severe acute bronchiolitis. *Respir Care*. In press 2008.
 16. Manczur T, Greenough A, Pryor Dea. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med*. 2000;1(1):28-32.
-

-
17. Baumeister BL, el-Khatib M, Smith PG, Blumer JL. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol.* 1997;24(5):344-52.
 18. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* 1998;24(10):1070-5.
 19. Johnston C, Piva J, Carvalho W, Garcia P, Fonseca M, Hommerding P. Preditores de falha da extubação em crianças nos pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidas à ventilação pulmonar mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20:57-62.
 20. Epstein SK, Nevins ML, Chung J. Effect of unplanned extubation on outcome of mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:1912-6.
 21. Esteban A, Alia I, Tobin MJ. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish lung failure collaborative group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:512-8.
 22. Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care.* 2003;9:59-66.
 23. Venkataraman ST. Weaning and extubation in infants and children: religion, art, or science. *Pediatr Crit Care Med.* 2002;3:203-5.
 24. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1855-62.
-

25. Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis.* 1971;103:641-50.
 26. Fiastro JF, Habib MP, Shon BY, Campbell SC. Comparison of standard weaning parameters and the mechanical work of breathing in mechanically ventilated patients. *Chest.* 1988;94:232-8.
 27. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, Hanson JH, Gedeit RG, Meert KL, et al. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2002;288:2561-8.
-

CAPÍTULO IV

6 CONCLUSÕES

Em relação aos índices ventilatórios em crianças submetidas à ventilação mecânica, os resultados obtidos nesse estudo permitem as seguintes conclusões:

As variáveis ventilatórias apresentam uma grande amplitude em crianças. Este fenômeno é observado, também, na análise de grupos estratificados por doença (no caso, lactentes com bronquiolite viral aguda) e por faixa etária (crianças menores de um ano).

Ao comparar os valores do índice de respiração superficial e volume corrente, encontrados no presente estudo, com os pontos de corte de referência, observamos que estes índices apresentaram-se pouco sensíveis e pouco específicos para predizer sucesso de extubação em crianças.

Considerando estes achados, acreditamos que os pontos de corte recomendados na literatura para predizer sucesso de extubação não são adequados para crianças, mesmo quando aplicadas a uma faixa etária limitada (lactentes) ou crianças com um diagnóstico específico, como no caso de lactentes com bronquiolite viral aguda submetidos à ventilação mecânica.

ANEXOS

ANEXO I Protocolo para coleta de dados**PROTOCOLO DE EXTUBAÇÃO HSL-PUCRS**

Data extubação: ___/___/___ Hora: _____

1. IDENTIFICAÇÃO:

1.1 Nome: _____

1.5 Sexo: ()F ()M

1.2 Registro: _____

1.6 PIM2: _____

1.3 DN ___/___/___

1.7 PELOD: ___/___% Risco de Mort

1.4 Peso: _____

2. INTERNAÇÃO ATUAL:

2.1 Início da VM: ___/___/___

2.2 Diâmetro do TET: _____

2.3 () Com balonete (2ml) () Sem Balonete

3. DIAGNÓSTICO

3.1 Diagnóstico Principal: _____

3.2 Outros Diagnósticos: _____

3.3 Diagnóstico Cirúrgico: _____

3.4 Provável causa da VM: _____

4. AVALIAÇÃO CLÍNICA

Parâmetros pré-extubação:

PIP	PEEP	FR da VM	Tins	Tex	FiO2	Psup	MAP	IO

PSistólica: _____ mmHg FR: _____ cpm FC: _____ bpm

5. AVALIAÇÃO LABORATORIAL

	Pré-extubação		Pré-extubação
pH		Sódio	
pCO ₂		Potássio	
HCO ₃		Magnésio	
DB		Ca	
pO ₂		*Creatinina	
SatO ₂		*Plaquetas	
Ht/Hb		*TP	
*Leucócitos		*TGO(SGOT)	

6. MANEJO

Dose	12 Hs antes	Extubação	Dose	12 Hs antes	Extubação
Dopamina			Fentanil		
Dobutamina			Midazolam		
Adrenalina			Morfina		
Noradrenalina			Diazepam		
Milrinona			Hid. de Cl		

7. MANOVACUOMETRIA: (melhor de cinco)

PIMAX (1 seg)	PIMAX	PEMAX

8. ÍNDICE DE RESPIRAÇÃO SUPERFICIAL (TOBIM):

$$VC = (VM/FR) / \text{peso} \times 1000$$

$$IRS = FR/VC$$

$$VC = \text{_____} \div \text{_____} \text{ Kg} \times 1000 = \text{_____} \text{ ml/Kg} \quad IRS = \text{_____} = \text{_____}$$

Vol Min	FR	Peso	VC	IRS

9. PARÂMETROS CLÍNICOS PÓS EXTUBAÇÃO

	FR	FC	SatO ₂	Evolução*
1H				
6H				
12H				
24H				
48H				

*Evolução: 1-Cateter de O₂ 2-Bipap 3-Cpap 4. Reintubação

9.1 Reintubação: Data: ___/___/___ Hora: _____; Motivo:

() Obstrução Alta

() Depressão SNC

() Piora da Disfunção

respiratória

9.2 Óbito: Data: ___/___/___ Hora: _____

Protocolo preenchido por: _____

ANEXO 2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**“ANÁLISE DA ACURÁCIA DO ÍNDICE DE RESPIRAÇÃO SUPERFICIAL
NA EXTUBAÇÃO DE CRIANÇAS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA”**

Eu _____ fui informado que está sendo realizada neste hospital uma pesquisa com crianças internadas na UTIP, onde é realizado um exame da respiração da criança antes dela ser retirada da ventilação mecânica. Fui informado que este exame já foi usado outras vezes com crianças e que não trouxe nenhum prejuízo a saúde delas.

Foi-me garantido o direito de solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento, assim como terei a liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa, se julgar necessário. Poderei, caso tiver dúvidas, telefonar para o n°: (051) 84139553 para a Fisioterapeuta Silvia Gatiboni.

Também fui informado pelas pesquisadoras de que a identidade da criança em questão será preservada e que os dados obtidos serão utilizados apenas para fins científicos. Declaro que recebi cópia deste termo de Consentimento.

Porto Alegre, ____ de _____ de 200____.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

[] pai [] mãe [] responsável -----
