

# Teste de respiração espontânea na previsão de falha de extubação em população pediátrica

Spontaneous breathing test in the prediction of extubation failure in the pediatric population

Milena Siciliano Nascimento<sup>1</sup>, Celso Moura Rebello<sup>1</sup>, Luciana Assis Pires Andrade Vale<sup>1</sup>, Érica Santos<sup>1</sup>, Cristiane do Prado<sup>1</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar se o teste de respiração espontânea pode ser utilizado para prever falha da extubação na população pediátrica.

**Métodos:** Estudo prospectivo, observacional, no qual foram avaliados todos os pacientes internados no Centro de Terapia Intensiva Pediátrica, no período de maio de 2011 a agosto de 2013, que utilizaram ventilação mecânica por mais de 24 horas e que foram extubados. Os pacientes foram classificados em dois grupos: Grupo Teste, que incluiu os pacientes extubados depois do teste de respiração espontânea; e Grupo Controle, pacientes foram sem teste de respiração espontânea. **Resultados:** Dos 95 pacientes incluídos no estudo, 71 crianças eram do Grupo Teste e 24 eram do Grupo Controle. Os grupos foram comparados em relação a: sexo, idade, tempo de ventilação mecânica, indicação para início da ventilação mecânica e parâmetros ventilatórios pré-extubação, no Grupo Controle, e pré-realização do teste, no Grupo Teste. Não foram observadas diferenças entre os parâmetros analisados. Em relação à análise da probabilidade de falha da extubação entre os dois grupos de estudo, a chance de falha do Grupo Controle foi 1.412 maior do que a das crianças do Grupo Teste, porém este acréscimo não foi significativo ( $p=0,706$ ). O modelo foi considerado bem ajustado de acordo com o teste de Hosmer-Lemeshow ( $p=0,758$ ). **Conclusão:** O teste de respiração espontânea para a população pediátrica não foi capaz de prever a falha da extubação.

**Descritores:** Respiração artificial; Unidade de terapia intensiva; Criança; Desmame do respirador

## ABSTRACT

**Objective:** To assess whether the spontaneous breathing test can predict the extubation failure in pediatric population. **Methods:** A prospective and observational study that evaluated data of inpatients at the Pediatric Intensive Care Unit between May 2011 and August 2013, receiving mechanical ventilation for at least 24 hours followed by extubation. The patients were classified in two

groups: Test Group, with patients extubated after spontaneous breathing test, and Control Group, with patients extubated without spontaneous breathing test. **Results:** A total of 95 children were enrolled in the study, 71 in the Test Group and 24 in the Control Group. A direct comparison was made between the two groups regarding sex, age, mechanical ventilation time, indication to start mechanical ventilation and respiratory parameters before extubation in the Control Group, and before the spontaneous breathing test in the Test Group. There was no difference between the parameters evaluated. According to the analysis of probability of extubation failure between the two groups, the likelihood of extubation failure in the Control Group was 1,412 higher than in the Test Group, nevertheless, this range did not reach significance ( $p=0.706$ ). This model was considered well-adjusted according to the Hosmer-Lemeshow test ( $p=0.758$ ). **Conclusion:** The spontaneous breathing test was not able to predict the extubation failure in pediatric population.

**Keywords:** Respiration, artificial; Intensive care units; Child; Ventilator weaning

## INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva (VMI) é uma técnica muito utilizada em unidades de terapia intensiva pediátrica.<sup>(1)</sup> Estima-se que aproximadamente um em cada três pacientes pediátricos admitidos nas unidades de terapia intensiva (UTI) exigirá suporte respiratório por uma média de 4 dias, sendo atualmente considerado um recurso terapêutico de alta prevalência.<sup>(2)</sup>

Apesar dos benefícios universalmente aceitos da ventilação mecânica em crianças com insuficiência respiratória, a permanência do suporte invasivo está diretamente associada a uma série de complicações. A redução no tempo de VMI é fundamental, para dimi-

<sup>1</sup> Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Autor correspondente: Milena Siciliano Nascimento – Avenida Albert Einstein, 627/701 – Morumbi – CEP: 05662-900 – São Paulo, SP, Brasil – Tel.: (11) 2151-8242 – E-mail: milena.nascimento@einstein.br

Data de submissão: 8/11/2016 – Data de aceite: 17/2/2017

Conflitos de interesse: não há.

DOI: 10.1590/S1679-45082017AO3913

nuir o risco de complicações, como lesão de via aérea<sup>(3)</sup> e pneumonia associada à ventilação mecânica.<sup>(4)</sup> Por outro lado, a extubação precoce com necessidade de reintubação também está relacionada a alguns desfechos adversos, colocando o paciente sob risco de uma reintubação de emergência<sup>(5,6)</sup> e podendo levar à falência respiratória e ao óbito.<sup>(7,8)</sup> O estabelecimento do momento ideal da extubação é complexo, pois os critérios para sua definição são muito variáveis.<sup>(9)</sup>

A extubação se refere à remoção da cânula endotraqueal. Frequentemente encarada como uma continuação natural do desmame, a extubação tem suas próprias características e fatores preditivos de desfecho, que levam em consideração, entre muitos fatores, a capacidade de oferecer proteção à via aérea, o manejo de secreções, a desobstrução das vias aéreas superiores,<sup>(10)</sup> além da resolução da condição que levou à necessidade do suporte ventilatório, da capacidade de manutenção de uma boa troca gasosa e da força da musculatura respiratória.<sup>(5,11)</sup> A falha da extubação é definida como a necessidade de retorno do tubo orotraqueal em um período de até 48 horas após sua remoção.

Estudos em adultos mostram que o índice de falha da extubação varia de 1,8 a 18,6%.<sup>(12,13)</sup> Na literatura pediátrica, estudos que avaliaram preditores de resultados de desmame mostraram que o índice de falha de extubação varia de 16 a 22%.<sup>(14)</sup> Estudos recentes revelam as consequências sérias da falência na extubação, incluindo aumento da taxa de mortalidade e morbidade, maior permanência na UTI e hospitalar, e custos elevados.<sup>(10,15)</sup>

Em seu estudo, Kurachek et al.,<sup>(11)</sup> relatam que 40% dos pacientes que falharam na extubação apresentavam força muscular inadequada e disfunção pulmonar, alterações que poderiam ser reconhecidas antes da extubação, por meio de um protocolo de desmame.

O teste de respiração espontânea (TRE) foi desenvolvido como uma tentativa de identificar pacientes que estão prontos para descontinuar a ventilação, porém ainda há restrições para prever quem necessitará de reintubação após passar em um TRE. Sua implementação em crianças pode simplificar o desmame e diminuir o tempo de suporte ventilatório.<sup>(10)</sup>

Este protocolo visa avaliar se o TRE é capaz de prever falha da extubação na população pediátrica na UTI pediátrica do Hospital Israelita Albert Einstein.

## OBJETIVO

Avaliar se o teste de respiração espontânea pode ser utilizado para prever falha da extubação na população pediátrica.

## MÉTODOS

Estudo observacional prospectivo, realizado por meio de análise de prontuário de pacientes pediátricos que preencheram os critérios de inclusão determinantes para o delineamento da amostra, admitidos nas UTI pediátrica do Hospital Israelita Albert Einstein que necessitaram de suporte ventilatório por tempo superior a 24 horas, no período de maio de 2011 a agosto de 2013.

Foram incluídos: pacientes pediátrico que necessitaram de ventilação mecânica por mais de 24 horas; com resolução/controle da causa da intubação; com estabilidade hemodinâmica e clínica (afebril; pressão arterial e frequências cardíaca e respiratória normais para idade); e sem sedação contínua.

Foram excluídos do estudo pacientes que apresentaram um ou mais dos seguintes critérios: indicação de cirurgia nas próximas 12 horas; maior de 18 anos; uso de suporte ventilatório domiciliar invasivo; hipertensão pulmonar primária; paralisia ou hérnia diafragmática; lesão medular acima de região lombar; trauma facial; cardiopatias congênitas cianogênicas; doença neuromuscular progressiva; transplantes cardíaco e pulmonar; traqueostomizados; obstrução anatômica de vias aéreas e/ou obstrução de vias aéreas superiores pós-extubação; e hipertensão intracraniana.

Foram comparados os pacientes que, no momento da extubação e ao término da ventilação mecânica convencional, realizaram o TRE àqueles que não realizaram, mas que tinham condições clínicas e parâmetros ventilatórios similares aos daqueles que realizaram o Grupo Teste e Controle.

Foi considerada como desfecho principal a falha de extubação, definida como necessidade de reintubação em um período de até 48 horas após a extubação. Foram considerados desfecho secundários o tempo de permanência em VMI, e os valores de pressão de suporte (PS), pressão expiratória positiva final (PEEP) e concentração de oxigênio (fração inspirada de oxigênio – FiO<sub>2</sub>) prévios à extubação. Foi caracterizada a distribuição da casuística em relação a sexo, idade e diagnóstico para indicação da ventilação mecânica.

Os grupos foram comparados entre si em relação à probabilidade de falha da extubação. Os pacientes foram diariamente avaliados e examinados, verificando-se a possibilidade de modificar o modo ventilatório de pressão controlada (modo iniciado pelo ventilador) para uma de respiração iniciada pelo paciente (modo ventilatório de PS ou ventilação mandatária intermitente sincronizada). Após a mudança para um modo ventilatório iniciado pelo paciente este se tornaria elegível para a realização do TRE, a partir do momento em que alcançasse os seguintes parâmetros de ven-

tilação mecânica e laboratoriais: pressão inspiratória  $\leq 20\text{cmH}_2\text{O}$ ; concentração de oxigênio  $\text{FiO}_2$  de 50%;  $\text{PEEP} \leq 8\text{cmH}_2\text{O}$ ;  $\text{pH}=7,35-7,45$ ; pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ )  $< 50\text{mmHg}$ ; relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 250$  e hemoglobina  $\geq 8\text{g/dL}$ .

Os pacientes aptos à realização do TRE tiveram os parâmetros do ventilador mecânico ajustados para os seguintes:  $\text{PS}=10\text{cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{PEEP}=5\text{cmH}_2\text{O}$  e  $\text{FIO}_2 < 50\%$ . Posteriormente, eles permaneceram por 60 minutos no modo ventilatório de PS, com os parâmetros especificados anteriormente, sendo coletados os seguintes dados antes da realização do teste, com 30 e 60 minutos após seu início: sinais vitais, evidência de piora do desconforto respiratório (tiragem intercostal ou subdiafragmática e batimento de asas de nariz) e dados da mecânica respiratória (volume corrente; volume-minuto, frequência respiratória, complacência dinâmica e força muscular) coletados na tela do ventilador mecânico e capnografia (dióxido de carbono expirado –  $\text{ETCO}_2$ ). O paciente era considerado aprovado no TRE e apto para a extubação caso não ocorressem alterações em qualquer um dos parâmetros avaliados, de acordo a tabela 1. No caso de alterações dos parâmetros avaliados, não era considerado apto para a extubação e retornava aos parâmetros de ventilação mecânica anteriores aos do TRE, sendo submetido a uma nova avaliação após período de 24 horas.

**Tabela 1.** Parâmetros clínicos para aprovação no teste de respiração espontânea

Frequência respiratória	Dentro dos limites preditos (aumento $< 50\%$ da inicial)
Volume corrente	Entre 5 e 7mL/kg peso
SatO <sub>2</sub>	$\geq 92\%$
ETCO <sub>2</sub>	Entre 35 e 45mmHg
Frequência cardíaca	Dentro dos limites preditos (aumento $\leq 20\%$ da inicial)
Sinais de desconforto respiratório*	Máximo de dois sinais de desconforto respiratório

\* Tiragem subdiafragmática, tiragem de fúrcula, tiragem esternal, batimento de asa de nariz. SatO<sub>2</sub>: saturação de oxigênio; ETCO<sub>2</sub>: dióxido de carbono expirado; TI: tiragem intercostal.

## Análise estatística

A distribuição das variáveis numéricas foi estudada nos grupos formados pela realização de teste por meio de histogramas, medidas de assimetria e curtose, e testes de normalidade Shapiro-Wilk. A comparação entre os grupos foi realizada pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney, e a descrição dos dados foi feita por medianas e intervalos interquartis (1º quartil ao 3º quartil). O sexo foi descrito por frequências absolutas e percentagens e comparado nos grupos por teste  $\chi^2$  de Pearson.

Quando necessário, para avaliar o efeito do teste na chance de falha, foi ajustado um modelo de regressão

logística binária, considerando as variáveis que apresentaram diferença entre os grupos como variáveis de controle. Neste caso, os resultados foram apresentados em razões de chances acompanhadas de intervalos de confiança de 95%, sendo que a qualidade do ajuste dos modelos foi avaliada pelo teste de Hosmer-Lemeshow.

As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) Released 2008, SPSS Statistics for Windows, versão 17.0 (Chicago: SPSS Inc.), sendo adotado como nível de significância um valor de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

No período de maio de 2011 a agosto de 2013, 157 crianças foram admitidas na UTI e necessitaram de intubação orotraqueal. Destas, 48 foram excluídas por permaneceram em ventilação mecânica por um tempo inferior a 24 horas; 5 por não passarem no TRE, mas mesmo assim foram extubadas por solicitação médica; 8 que foram a óbito ou traqueostomizadas; e uma que não tinha os dados sobre as pressões pré-TRE registrados.

Das 95 crianças incluídas no estudo, 56 eram do sexo masculino. A mediana da idade foi de 22 meses e a mediana do tempo de ventilação mecânica foi de 74 horas. Foram extubadas após a realização do TRE (Grupo Teste) 71 crianças e 24 foram extubadas sem sua aplicação (Grupo Controle). As indicações para a utilização da ventilação mecânica no grupo que realizou o TRE e no Grupo Controle foram, respectivamente, 1 e 1 paciente por exacerbação de doença crônica ( $p=0,443$ ); 18 e 3 pacientes por doenças neurológicas ( $p=0,190$ ); 20 e 8 para realização de exames e/ou procedimentos cirúrgicos ( $p=0,318$ ); e 32 e 12 por falência respiratória ( $p=0,765$ ). A comparação entre os grupos de estudo em relação a sexo, idade, tempo de VMI e parâmetros ventilatórios pré-extubação (Grupo Controle) e pré-realização do teste (Grupo Teste) está na tabela 2.

**Tabela 2.** Caracterização demográfica dos pacientes incluídos no estudo

	Grupo Controle	Grupo Teste	Valor de p
Sexo			
Feminino	11 (45,8)	28 (39,4)	0,582
Masculino	13 (54,2)	43 (60,6)	
Idade, meses	12 (3-30)	24 (8-72)	0,074
Tempo de VMI, horas	70 (39-96)	74 (47-161)	0,206
Pico de pressão inspiratória, $\text{cmH}_2\text{O}$	16 (15-19)	17 (15-18)	0,516
PEEP, $\text{cmH}_2\text{O}$	6 (5-6)	6 (5-6)	0,689
FiO <sub>2</sub> , (%)	30 (25-30)	25 (23-30)	0,024

Valores em n (%) ou mediana (intervalo interquartil). Testes de normalidade de Shapiro-Wilk. Testes não paramétricos de Mann-Whitney. Teste  $\chi^2$  de Pearson.

VMI: ventilação mecânica invasiva; PEEP: pressão expiratória positiva no final da expiração; FiO<sub>2</sub>: fração inspirada de oxigênio.

Não foram observadas diferenças entre os parâmetros analisados, exceto para  $\text{FiO}_2$  ( $p=0,024$ ), que apresentou diferença estatística, porém sem relevância na prática clínica – a saber:  $\text{FiO}_2=30\%$  no Grupo Teste e  $\text{FiO}_2=25\%$ .

Em relação à análise da probabilidade de falha da extubação entre os dois grupos de estudo, a chance de falha entre as crianças que não realizaram TRE foi 1.412 maior do que as que realizaram, porém este acréscimo não foi significativo ( $p=0,706$ ), com intervalo de confiança variando de 0,235 a 8,483. O modelo foi considerado bem ajustado, de acordo com o teste de Hosmer-Lemeshow ( $p=0,758$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Falha de extubação, de acordo com os grupos estudados

	Falha na extubação n (%)	Razão de chance	Valor de p
Grupo Controle (n=24)	2 (8,3)	1,412 (0,235-8,483)	0,706
Grupo Teste (n=71)	4 (5,6)	1	

Dos 95 pacientes incluídos no estudo, 6 foram reintubados, ou seja, apresentaram falha da extubação, sendo 4 do Grupo Teste. A causa de falha de extubação foi sempre insuficiência respiratória; em 2 pacientes, a causa da insuficiência respiratória foi obstrução de vias aéreas superiores.

## DISCUSSÃO

Este estudo teve por objetivo principal avaliar se a realização do TRE na população pediátrica era capaz de identificar os pacientes que estavam prontos para a extubação. Nossos resultados mostraram que, em relação à probabilidade de falha da extubação, a chance de falha entre as crianças que realizaram o TRE foi menor do que entre as que não realizaram, porém este decréscimo não foi significativo.

Estes resultados corroboram os achados de outros autores, que também não encontraram diferença em relação à necessidade de reintubação entre as crianças que realizaram TRE e o Grupo Controle.<sup>(16,17)</sup> Farias et al. encontraram em seu estudo que o TRE foi capaz de prever sucesso na extubação em 70% dos pacientes que o realizaram,<sup>(18)</sup> porém, concluíram que o TRE não foi capaz de prever quais pacientes exigiriam reintubação após tolerarem um teste de ventilação espontânea.<sup>(19)</sup> Em contrapartida, estudo brasileiro realizado com 60 recém-nascidos encontrou associação significativa para sucesso de extubação no grupo que realizou o TRE.<sup>(20)</sup>

Em nosso estudo, houve diferença estatisticamente significativa na  $\text{FiO}_2$  entre o Grupo Teste e o Grupo

Controle, sendo maior no último grupo. Apesar da significância estatística, não há relevância clínica para esta diferença e, além disto, o intervalo interquartil dos dois grupos é muito semelhante.

Em relação ao impacto da aplicação do TRE no tempo de ventilação mecânica, alguns estudos em adultos mostraram que a avaliação diária associada a um TRE reduz o tempo de ventilação mecânica, quando comparada com a redução gradual do suporte ventilatório.<sup>(21,22)</sup> Esta tendência atual de abordagem tem como proposta identificar, de forma ativa, pacientes em recuperação da insuficiência respiratória e que capazes de assumir a respiração espontânea, podendo ser encurtado o tempo e as complicações da ventilação mecânica.<sup>(18,23)</sup>

Na população pediátrica, Foronda et al., encontraram que a realização do TRE foi capaz de reduzir o tempo de ventilação mecânica em 1 dia.<sup>(16)</sup> Oposto a isto, nosso estudo não encontrou diferença no tempo de ventilação mecânica entre as crianças que realizaram TRE e as do Grupo Controle. A diferença destes achados pode estar relacionada aos critérios de inclusão para a realização do TRE. O pico de pressão inspiratória do nosso estudo era de 20cmH<sub>2</sub>O, enquanto que a literatura traz valores 5cmH<sub>2</sub>O mais altos, ou seja, 25cmH<sub>2</sub>O. Esta diferença pode mostrar que a literatura realiza o TRE mais precocemente, gerando um impacto maior na diminuição do tempo de VMI.

Ao contrário de outros estudos, em que as crianças foram submetidas as avaliações diárias para verificar prontidão para desmame, seguidas da aplicação do TRE por um período de 2 horas,<sup>(18)</sup> neste estudo, o teste foi realizado por um período de 1 hora. Trata-se de um protocolo que encontra suporte nos resultados de Esteban et al., que compararam a realização do TRE com duração de 30 minutos e 120 minutos, não sendo observada diferença na falha da extubação.<sup>(24)</sup> Ainda, a maioria dos pacientes que não passaram no teste já apresentavam sinais de desconforto em torno de 35 minutos.<sup>(25)</sup> Esta redução no tempo de avaliação do TRE não foi associada ao aumento das taxas de falha de extubação, e acreditamos que ela representa uma maior simplicidade na incorporação do TRE na rotina da unidade de terapia intensiva pediátrica.

A heterogeneidade da população, tanto nas indicações da ventilação mecânica quanto na faixa etária, foi uma das limitações encontradas neste estudo. A elaboração de um estudo prospectivo, randomizado e controlado faz-se necessária para uma melhor avaliação da aplicabilidade do teste.<sup>(26,27)</sup> Além disto, é importante destacar a necessidade de aprofundar uma análise e a avaliação das causas de falha de extubação, como as vias aéreas superiores. Uma vez que o TRE é realizado em pacientes intubados e que a principal causa de falha



de extubação em crianças é a obstrução das vias aéreas superiores, acreditamos que este tipo de análise pode influenciar nos resultados.

## CONCLUSÃO

Em pacientes em ventilação por mais de 24 horas, em uma população pediátrica heterogênea em relação a aspectos como doença de base e indicação de ventilação mecânica, o teste de respiração espontânea não foi capaz de prever a falha da extubação. Mudanças no protocolo de indicação do teste de respiração espontânea poderiam alterar também os resultados encontrados neste estudo.

## REFERÊNCIAS

- Newth CJ, Venkataraman S, Wilson DF, Meert KL, Harrison R, Dean JM, Pollack M, Zimmerman J, Anand KJ, Carcillo JA, Nicholson CE; Eunice Shriver Kennedy National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10(1): 1-11. Review.
- III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2):S128-36.
- Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157(1):294-323. Review.
- Rowin ME, Patel VV, Christenson JC. Pediatric intensive care unit nosocomial infection: epidemiology, sources and solutions. *Crit Care Clin*. 2003;19(3):473-87. Review.
- Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(5 Pt 1): 1562-6.
- Gil B, Frutos-Vivar F, Esteban A. Deleterious effects of reintubation of mechanical ventilated patients. *Clin Pulm Med*. 2003;10(4):226-30.
- Bousso A, Eizenberg B, Ventura AM, Fernandes JC, Fernandes IC, Góes PF, et al. Evaluation of the dead space to tidal volume ratio as a predictor of extubation failure. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;82(5):347-53.
- Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9(1):59-66. Review.
- Johnston C, Silva PS. Weaning and extubation in pediatrics. *Curr Resp Med Rev*. 2012;8(1):68-78.
- 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(8):2991-6.
- Kurachek CS, 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(11):2657-64. Erratum in: *Crit Care Med*. 32(7):1632-3. Scanlon Mathew [corrected to Scanlon Matthew].
- Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C, et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001;120(6 Suppl): 400S-24S.
- Esteban A, Alía I, Gordo F, Fernández R, Solsona JF, Vallverdú I, et al. 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(2 Pt 1):459-65. Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;156(6):2028.
- Khan N, Brown A, Venkataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med*. 1996; 24(9):1568-79.
- Edmunds S, Weiss I, Harrison R. Extubation failure in a large pediatric ICU population. *Chest*. 2001;119(3):897-900.
- Foronda FA, Troster EJ, Farias JA, Barbas CS, Ferraro AA, Faria LS. The impact of daily evaluation and spontaneous breathing test on the duration of pediatric mechanical ventilation: a randomized controlled trial. *Crit Care Med*. 2011;39(11):2526-33.
- Chavez A, dela Cruz R, Zaritsky A. Spontaneous breathing trial predicts successful extubation in infants and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2006; 7(4):324-8.
- Farias J, 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(10):1649-54.
- Farias JA, Monteverde E. We need to predict extubation failure. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(5):322-4.
- Andrade LB, Melo TM, Morais DF, Lima MR, Albuquerque EC, Martimiano PH. Spontaneous breathing trial evaluation in preterm newborns extubation. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(2):159-65.
- Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med*. 1996;335(25):1864-9.
- Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, St John RE, Prentice D, Sauer S, et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1997;25(4):567-74.
- Randolph AG, Forbes PW, Gedeit RG, Arnold JH, Wetzel RC, Luckett PM, O'Neil ME, Venkataraman ST, Meert KL, Cheifetz IM, Cox PN, Hanson JH; Pediatric Acute Lung Injury & Sepsis Investigators (PALISI) Network. Cumulative fluid intake minus output is not associated with ventilator weaning duration or extubation outcomes in children. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6(6):642-7.
- Esteban A, Alía I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdú I, et al. 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(2):512-8.
- Farias JA, Alía I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med*. 1998;24(10):1070-5.
- Laham JL, Breheny PJ, Rush A. Do clinical parameters predict first planned extubation outcome in the pediatric intensive care unit? *J Intensive Care Med*. 2015;30(2):89-96. Review.
- Mhanna MJ, Anderson IM, Iyer NP, Baumann A. The use of extubation readiness parameters: A survey of pediatric critical care physicians. *Respir Care*. 2014;59(3):334-9.