

Helena França Correia dos Reis^{1,2,3}, Mônica Lajana Oliveira Almeida^{3,4}, Mário Ferreira da Silva³, Julião Oliveira Moreira⁴, Mário de Seixas Rocha²

Associação entre o índice de respiração rápida e superficial e o sucesso da extubação em pacientes com traumatismo cranioencefálico

Association between the rapid shallow breathing index and extubation success in patients with traumatic brain injury

1. Universidade Federal da Bahia - Salvador (BA), Brasil.
2. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - Salvador (BA), Brasil.
3. Hospital Geral do Estado da Bahia - Salvador (BA), Brasil.
4. Faculdade Social da Bahia - Salvador (BA), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Verificar a associação entre o índice de respiração rápida e superficial e o sucesso da extubação em pacientes com traumatismo cranioencefálico.

Métodos: Estudo prospectivo, formado por pacientes com traumatismo cranioencefálico, de ambos os gêneros, ventilados mecanicamente por pelo menos 2 dias, que obtiveram sucesso no teste de respiração espontânea. Foram mensurados, por meio da ventilometria, o volume-minuto e a frequência respiratória, sendo calculado o índice de respiração rápida e superficial (frequência respiratória/volume corrente). A variável dependente foi o resultado da extubação: reintubação em 48 horas (falha da extubação) ou não (sucesso da extubação). A variável independente foi

o índice de respiração rápida e superficial mensurado após o sucesso no teste de respiração espontânea.

Resultados: A amostra foi constituída por 119 pacientes, sendo 111 (93,3%) do gênero masculino. A média da idade foi de 35,0±12,9 anos. O tempo médio de ventilação mecânica foi de 8,1±3,6 dias. Cento e quatro (87,4%) pacientes obtiveram sucesso na extubação. Não foi observada associação entre o índice de respiração rápida e superficial e o sucesso da extubação.

Conclusão: O índice de respiração rápida e superficial não esteve associado ao sucesso da extubação em pacientes com traumatismo cranioencefálico.

Descritores: Traumatismos encefálicos; Respiração artificial; Unidades de terapia intensiva; Desmame

Estudo realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Geral do Estado da Bahia - Salvador (BA), Brasil.

Este estudo é parte da tese de doutorado de Helena França Correia dos Reis, no Curso de Pós-Graduação em Medicina e Saúde Humana da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - Salvador (BA), Brasil.

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 28 de abril de 2013

Aceito em 5 de setembro de 2013

Autor correspondente:

Helena França Correia dos Reis
Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n - Vale do Canela
CEP: 40110-100 - Salvador (BA), Brasil
E-mail: lenafran@gmail.com

DOI: 10.5935/0103-507X.20130037

INTRODUÇÃO

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma lesão de natureza não degenerativa ou congênita, causada por uma agressão ou iniciada por um processo de aceleração ou desaceleração de alta energia do cérebro dentro do crânio, que gera um dano anatômico ou comprometimento funcional do couro cabeludo, crânio, meninges ou encéfalo.^(1,2) Um estudo realizado em 2001 apontou que 555 das 11.028 vítimas de TCE, admitidas na emergência de um hospital público situado na cidade de Salvador (BA), necessitaram de internação hospitalar para atendimento especializado.⁽³⁾

Pacientes vítimas de TCE comumente necessitam da ventilação mecânica (VM), como meio para manter ventilação, otimizar oxigenação e proteção de via aérea. Esses pacientes podem necessitar de longo período de VM e desenvolver complicações, como pneumonia associada à VM, lesão pulmonar induzida pelo ventilador, disfunção diafragmática, barotrauma e volutrauma.⁽⁴⁻⁷⁾

A liberação da VM envolve dois processos distintos: (1) descontinuação do ventilador mecânico e (2) remoção do tubo orotraqueal (extubação). Decidir se o paciente pode ou não tolerar a remoção do tubo orotraqueal é crucial, uma vez que tanto o atraso quanto a falha da extubação estão associadas a efeitos adversos e ao aumento da mortalidade.^(4,8-12) Desse modo, torna-se necessário o conhecimento dos fatores de risco e das ferramentas preditivas da falência da extubação.

Dentre os preditores mais estudados, está o índice de respiração rápida e superficial (IRRS). Valores ≤ 105 ciclos/min/L são apontados como preditores de sucesso na extubação.^(8-10,12) Desse modo, o objetivo deste estudo foi verificar a associação entre o IRRS e o sucesso da extubação em pacientes com TCE.

MÉTODOS

Realizou-se um estudo de coorte prospectivo em pacientes com TCE admitidos nas unidades de terapia intensiva (UTIs) do *Hospital Geral do Estado da Bahia*, no período entre setembro de 2009 e junho de 2010. O protocolo de pesquisa foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da *Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública* sob o número 83/2008 e os pacientes foram incluídos no estudo após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo responsável.

Foram incluídos no estudo os pacientes vítimas de TCE, com idade ≥ 18 anos, de ambos os gêneros, ventilados mecanicamente por tubo orotraqueal por pelo menos 2 dias, com escore da escala de coma de Glasgow (ECG) ≥ 8 no momento da extubação, cujo responsável tivesse assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que obtiveram sucesso no teste de respiração espontânea (TRE). Foram excluídos os pacientes com traumatismo raquimedular, os que apresentaram extubação não planejada e aqueles com tempo de VM < 48 horas.

Diante do caráter observacional do estudo, as decisões sobre desmame, extubação e reintubação e utilização de ventilação não invasiva (VNI) ficaram a critério das equipes das unidades participantes, sem envolvimento dos pesquisadores. Os pacientes foram considerados aptos para iniciarem o TRE, pelas equipes assistenciais, quando apresentaram reversão ou controle do evento que motivou a VM, ausência de sedação contínua, trocas gasosas adequadas ($\text{PaO}_2 \geq 60 \text{ mmHg}$ com $\text{FIO}_2 \leq 0,4$ e $\text{PEEP} \leq 5$ a $8 \text{ cmH}_2\text{O}$), estabilidade hemodinâmica (sinais de boa perfusão tecidual, independência de vasopressores ou doses baixas, ausência de insuficiência coronariana ou arritmias com repercussão hemodinâmica) e capacidade de iniciar o

esforço inspiratório. As equipes das unidades interrompiam o TRE na presença de pelo menos um dos seguintes sinais de intolerância: frequência respiratória > 35 ciclos/minuto, saturação arterial de oxigênio $< 90\%$, frequência cardíaca > 140 bpm, pressão arterial sistólica $> 180 \text{ mmHg}$ ou $< 90 \text{ mmHg}$, agitação, sudorese e alteração do nível de consciência. As equipes de assistência das unidades estudadas instalaram a VNI na presença de insuficiência respiratória pós extubação (definida pela presença de sinais clínicos sugestivos de fadiga da musculatura respiratória e/ou aumento do esforço respiratório e aumento da frequência respiratória). Os pacientes foram extubados após tolerarem 30 a 120 minutos de TRE e apresentarem estabilidade neurológica com escore da ECG ≥ 8 .

Para a mensuração do IRRS, o paciente deveria estar com a cabeceira elevada de 30° a 45° , em decúbito dorsal e sob monitorização dos sinais vitais. Era realizada a aspiração traqueal previamente. Após intervalo de 15 minutos da aspiração, a via aérea artificial era conectada a um ventilômetro (*Ferraris Mark 8 Wright Respirometer*[®], Reino Unido), devidamente calibrado, durante 1 minuto de respiração espontânea. A frequência respiratória foi medida durante 1 minuto, enquanto o volume-minuto foi mensurado nesse período. Após a coleta, eram calculados o volume corrente, por meio da divisão do volume-minuto pela frequência respiratória, e o IRRS, pela divisão da frequência respiratória pelo volume corrente - esse último, expresso em litros. O IRRS foi expresso em ciclos/min/L. A decisão da extubação não foi influenciada pelo resultado do IRRS, uma vez que a equipe não teve conhecimento dos valores obtidos. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: IRRS ≤ 105 ciclos/min/L e > 105 ciclos/min/L.

A variável dependente foi o resultado da extubação, que foi considerada como de sucesso quando o paciente não necessitou de reintubação em 48 horas após a retirada do tubo orotraqueal. A variável independente foi o IRRS mensurado após o sucesso no TRE.

Em caso de reintubação em 48 horas da extubação, foi registrada a causa. As causas para reintubação foram definidas da seguinte forma: obstrução de vias aéreas superiores, insuficiência respiratória (taquipneia, uso da musculatura respiratória acessória, respiração paradoxal e hipoxemia), redução do nível de consciência, broncoespasmo, aspiração ou excesso de secreção pulmonar e outras causas.

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão, mediana e intervalo interquartil, e proporções, quando apropriado. O teste *t* de *Student* ou o teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar o IRRS entre os grupos de sucesso e a falência da extubação, e o teste do qui-quadrado ou, na sua impossibilidade, o teste

exato de Fisher para comparar proporções. A área sob a curva ROC (*receiver operating curves*) foi construída para o IRRS. Para análise estatística, foi utilizado o software *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 12.0, considerando significativo $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dos 129 pacientes consecutivos com TCE elegíveis para extubação durante o período do estudo, 119 foram incluídos no estudo após tolerarem o TRE. Foram excluídos 10 pacientes, 3 por auto-extubação, 4 por tempo de VM <48 horas e 3 com traumatismo raquimedular. Houve predomínio do gênero masculino (93,3%), com média de idade de $35,0 \pm 12,9$ anos. A média da duração da VM foi de $8,1 \pm 3,6$ dias; em relação ao tipo de tratamento, 86 (72,3%) pacientes foram submetidos à cirurgia e 33 (27,7%) ao tratamento conservador. Os modos ventilatórios mais utilizados na admissão na UTI foram o assisto-controlado a volume em 71 pacientes (59,6%) e o assisto-controlado a pressão em 46 (38,7%). Dados demográficos, duração da VM e caracterização clínica dos 119 pacientes estudados estão apresentados na tabela 1.

Dos 119 pacientes, 104 (87,4%) obtiveram sucesso na extubação e 15 (12,6%) foram reintubados. As causas de reintubação foram: insuficiência respiratória em 7 pacientes (46,7%), laringoespasmos em 4 (26,7%), redução do nível de consciência em 2 (13,3%), excesso de secreção em 1 (6,7%) e sepse em 1 (6,7%) paciente. Quando comparados os grupos de sucesso e falha da extubação, não foram observadas diferenças em relação a idade, tipo de acidente, escore da ECG à admissão hospitalar, duração da VM e modo ventilatório da admissão. O grupo de sucesso da extubação apresentou maior proporção de homens (96,2% *versus* 73,33%; $p=0,009$) (Tabela 1).

Dentre os 119 pacientes extubados, 8 (6,7%) necessitaram de VNI após a extubação, sendo 6 (5,8%) nos pacientes que evoluíram com sucesso da extubação e 2 (13,3%) naqueles que necessitam de reintubação, sem diferença entre os grupos ($p=0,26$). Não foram observadas diferenças ao se comparar o IRRS entre aqueles que utilizaram VNI e os que não utilizaram: $86,1 \pm 23,7$ ciclos/min/L e $74,0 \pm 32,4$ ciclos/min/L, respectivamente com $p=0,3$.

A média do IRRS de todos os pacientes foi de $74,8 \pm 32,0$ ciclos/min/L. Não foram observadas diferenças do IRRS ao

Tabela 1 - Características dos pacientes de acordo com o resultado da extubação

Variável	Total (N=119)	Sucesso da extubação (N=104)	Falha da extubação (N=15)	Valor de p
Idade (anos)	35,0±12,9	34,5±11,9	38,5±18,7	0,44
Gênero masculino	111 (93,3)	100 (96,2)	11 (77,3)	0,009
Tipo de acidente				0,47
Motociclistico	34 (28,6)	29 (27,9)	5 (33,3)	
Agressão física	19 (16)	18 (17,3)	1 (6,7)	
Atropelo	16 (13,4)	15 (14,4)	1 (6,7)	
Automobilístico	8 (6,7)	7 (6,7)	1 (6,7)	
Perfuração por arma de fogo	7 (5,9)	7 (6,7)	0	
Ferimento por arma branca	3 (2,5)	3 (2,9)	0	
Outros	32 (26,9)	25 (24)	7 (46,7)	
ECG na admissão hospitalar	8,9±3,5	8,8±3,5	9,3±3,7	0,66
Duração da VM (dias)	8,1±3,6	7,8±3,3	9,8±5,1	0,16
Modo ventilatório da admissão				0,33
Volume assisto-controlado	71 (59,6)	64 (61,6)	7 (46,7)	
Pressão assisto-controlado	46 (38,7)	39 (37,5)	7 (46,7)	
Ventilação com pressão de suporte	2 (1,7)	1 (1,0)	1 (6,7)	
FR/VC (IRRS) (ciclos/min/L)	74,8±32,0	73,5±33,1	83,8±21,3	0,25
IRRS				
≤105 ciclos/min/L	101 (84,9)	88 (84,6)	13 (86,7)	1,0
>105 ciclos/min/L	18 (15,1)	16 (15,4)	2 (13,3)	

ECG - escala de coma de Glasgow; VM - ventilação mecânica. FR - frequência respiratória; VC - volume corrente; IRRS - índice de respiração rápida e superficial. Resultados expressos por número (%), média±desvio padrão.

se compararem os pacientes que apresentaram sucesso àqueles que apresentaram falha da extubação. A média dos que apresentaram sucesso foi de $73,5 \pm 33,1$ ciclos/min/L e dos que falharam na extubação foi $83,8 \pm 21,3$ ciclos/min/L ($p=0,25$). Entre os 15 pacientes que necessitaram de reintubação, apenas 2 (13,3%) apresentaram valores >105 ciclos/min/L para o IRRS. No presente estudo, não foi observada associação entre o IRRS categorizado (≤ 105 ciclos/min/L e >105 ciclos/min/L) e o sucesso da extubação (Tabela 1).

A curva ROC, construída a partir da representação gráfica dos valores de sensibilidade e especificidade encontrados, está representada na figura 1. A área sob a curva ROC do IRRS foi de 0,64 (intervalo de confiança de 95% - IC95%: 0,52-0,76; $p=0,08$), indicando a ausência de valor clínico para a predição do sucesso da extubação em pacientes com TCE.

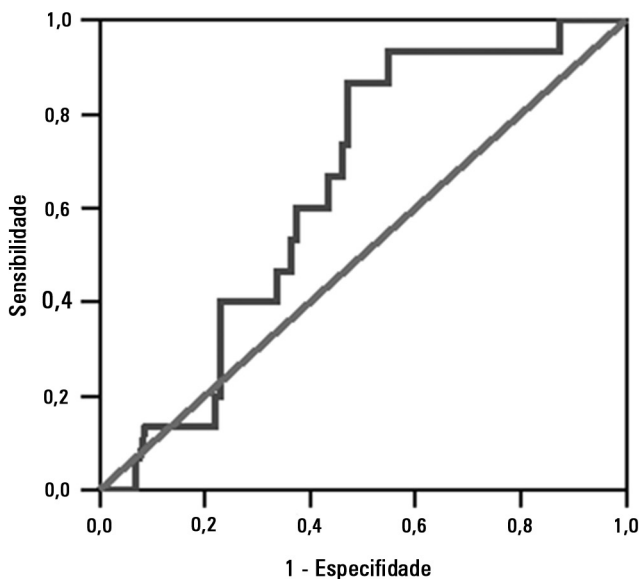


Figura 1 - Áreas sob a curva ROC para o índice de respiração rápida e superficial. Área: 0,64 (intervalo de confiança de 95%: 0,52-0,76; $p=0,08$).

DISCUSSÃO

Este estudo avaliou uma coorte de 119 pacientes, com o objetivo de verificar a associação entre o IRRS e o sucesso da extubação em pacientes com TCE. Não foi observada tal associação nessa população específica.

A amostra investigada caracterizou-se como constituída predominantemente por indivíduos jovens e do gênero masculino, dados estes compatíveis com os encontrados na literatura.⁽¹³⁻¹⁶⁾ Com relação às causas do trauma, o acidente motociclístico foi o predominante na população estudada, seguido de agressão física e atropelo. Tal achado

está de acordo com o observado por outros autores.^(3,13,14) No presente estudo, foi observada associação entre o gênero masculino e o sucesso da extubação. Em relação à associação entre o gênero e os desfechos em pacientes com TCE, alguns autores observaram resultados mais favoráveis para os homens,⁽¹⁷⁾ enquanto outros verificaram melhores resultados entre as mulheres,⁽¹⁸⁾ o que demonstra a necessidade de mais pesquisas para explorar essa questão.

No estudo de Yang e Tobin,⁽¹⁹⁾ em uma coorte de 100 pacientes, foi demonstrado que valores do IRRS ≤ 105 ciclos/min/L conseguiram prever o sucesso da extubação. Tal achado é discordante deste estudo. Uma possível explicação para essa diferença deve-se ao fato de que o trabalho realizado previamente foi conduzido em uma amostra de população heterogênea.

Em um estudo prospectivo, com uma coorte de 92 pacientes neurocirúrgicos, a pontuação de IRRS ≤ 105 ciclos/min/L não foi associada ao sucesso na extubação, sendo mostrado que, dos 15 pacientes reintubados, apenas 1 apresentou um IRRS >105 ciclos/min/L.⁽¹²⁾ Tal resultado é semelhante ao deste estudo, que não encontrou associação do valor clássico do IRRS com o sucesso da extubação em pacientes com TCE. Outros estudos observaram também que o valor de corte descrito inicialmente não consegue prever o sucesso na extubação, fazendo-se necessário encontrar novos pontos de corte.⁽²⁰⁻²²⁾

Estudo prospectivo, com o objetivo de avaliar a aplicação do IRRS no resultado da extubação, foi realizado em 80 pacientes submetidos à anestesia geral. Foi observado que os pacientes que apresentaram IRRS entre 80 e 100 ciclos/min/L desenvolveram complicações clínicas após a extubação. Contudo, não houve necessidade de reintubação.⁽²³⁾

Em outra casuística com 73 pacientes heterogêneos, o valor clássico do IRRS não detectou 80% dos pacientes que necessitaram de reintubação, sendo mais um indicativo de que esse ponto de corte pode ser considerado ineficaz.⁽²⁴⁾ Outros autores, ao avaliarem pacientes heterogêneos de duas UTI cirúrgicas, também não conseguiram demonstrar associação entre o IRRS e a falha na extubação.⁽²⁵⁾

Um estudo conduzido em pacientes clínicos e cirúrgicos, que seriou a medição do IRRS no 1º minuto e em 30, 60, 90 e 120 minutos, observou que o percentual da variação do IRRS durante o TRE é um preditor melhor de sucesso da extubação do que uma única medida.⁽²⁶⁾

A literatura apresenta dados de que o sucesso na extubação pode ser influenciado por idade, duração da VM, valores da hemoglobina, pressão parcial arterial de dióxido de carbono, volume de secreção endotraqueal, e, principalmente em pacientes neurológicos, parâmetros de

proteção e patência de via aérea, o que pode ter interferido nos resultados do presente estudo.^(9,10,21-23,25,26) A avaliação da habilidade do desmame do suporte ventilatório mecânico é similar entre pacientes com e sem alteração neurológica, entretanto a avaliação do risco de falência da extubação é menos estabelecida. Pacientes com lesão cerebral podem tolerar respiração espontânea sem suporte ventilatório sem dificuldades, contudo podem continuar a necessitar da via aérea artificial devido a um nível de consciência reduzido. Os fatores associados ao sucesso da extubação nesses pacientes ainda não foram bem elucidados. De modo que, outros estudos são necessários para avaliar a associação do IRRS com outros preditores de sucesso da extubação em pacientes com TCE.

Este estudo apresenta algumas limitações. Em virtude do caráter observacional, os dados apresentados são apenas geradores de hipótese. Trata-se ainda, de um centro único, com amostra pequena, sem cálculo do tamanho amostral antes do início do estudo. Contudo, os dados obtidos no estudo não eram de conhecimento da equipe multidisciplinar e, desse modo, não influenciaram na decisão de extubar. Além disso, diante da ausência de valor clínico do IRRS, para prever o sucesso da extubação

em pacientes com TCE, no presente estudo optou-se pela não identificação de um ponto de corte para essa variável. Entretanto, existe a necessidade de trabalhos futuros, para verificar e validar um ponto de corte do IRRS para pacientes com TCE. Também é possível que outros parâmetros capazes de influenciar o resultado da extubação não tenham sido analisados. Outra limitação foi a não utilização de escores prognósticos de gravidade, contudo foi utilizado o escore da ECG na admissão como indicador de gravidade do quadro neurológico. Apesar destas questões, este estudo forneceu dados referentes à associação do IRRS e o sucesso da extubação em uma população específica de pacientes portadores de TCE em uma UTI de um hospital público de referência em trauma.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos com a realização deste estudo, conclui-se que o índice de respiração rápida e superficial não esteve associado ao sucesso da extubação nessa amostra de pacientes com traumatismo cranioencefálico.

ABSTRACT

Objective: To investigate the association between the rapid shallow breathing index and successful extubation in patients with traumatic brain injury.

Methods: This study was a prospective study conducted in patients with traumatic brain injury of both genders who underwent mechanical ventilation for at least two days and who passed a spontaneous breathing trial. The minute volume and respiratory rate were measured using a ventilometer, and the data were used to calculate the rapid shallow breathing index (respiratory rate/tidal volume). The dependent variable was the extubation outcome: reintubation after up to 48 hours (extubation failure) or not (extubation success). The independent

variable was the rapid shallow breathing index measured after a successful spontaneous breathing trial.

Results: The sample comprised 119 individuals, including 111 (93.3%) males. The average age of the sample was 35.0±12.9 years old. The average duration of mechanical ventilation was 8.1±3.6 days. A total of 104 (87.4%) participants achieved successful extubation. No association was found between the rapid shallow breathing index and extubation success.

Conclusion: The rapid shallow breathing index was not associated with successful extubation in patients with traumatic brain injury.

Keywords: Brain injuries; Respiration, artificial; Intensive care units; Weaning

REFERÊNCIAS

- Oliveira-Abreu M, Almeida ML. Manuseio da ventilação mecânica no trauma cranioencefálico: hiperventilação e pressão positiva expiratória final. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2009;21(1):72-9.
- Ribas GC. Traumatismo cranioencefálico. In: Nitri R, Bacheschi LA. *A neurologia que todo médico deve saber*. 2a ed. São Paulo: Atheneu; 2003. p. 189-203.
- Melo JR, Silva RA, Moreira Jr ED. Características dos pacientes com trauma cranioencefálico na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. *Arq Neuropsiquiatr*. 2004;62(3-A):711-5.
- de Lassence A, Alberti C, Azoulay E, Le Mieri E, Cheval C, Vincent F, Cohen Y, Garrouste-Orgeas M, Adrie C, Troche G, Timsit JF; OUTCOMEREA Study Group. Impact of unplanned extubation and reintubation after weaning on nosocomial pneumonia risk in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *Anesthesiology*. 2002;97(1):148-56.

5. Pasini RL, Fernandes YB, Araújo S, Soares SM. A influência da traqueostomia precoce no desmame ventilatório de pacientes com traumatismo craneiocefálico grave. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):176-81.
6. Saback LM, Almeida ML, Andrade W. Trauma craneiocefálico e síndrome do desconforto respiratório agudo: como ventilar? Avaliação da prática clínica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(1):44-52.
7. Stevens RD, Lazaridis C, Chalela JA. The role of mechanical ventilation in acute brain injury. *Neurol Clin*. 2008;26(2):543-63, x.
8. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007;29(5):1033-56.
9. King CS, Moores LK, Epstein SK. Should patients be able to follow commands prior to extubation? *Respir Care*. 2010;55(1):56-65.
10. Mokhlesi B, Tulaimat A, Gluckman TJ, Wang Y, Evans AT, Corbridge TC. Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. *Respir Care*. 2007;52(12):1710-7.
11. Reis HF, Almeida ML, Silva MF, Rocha MS. Extubation failure influences clinical and functional outcomes in patients with traumatic brain injury. *J Bras Pneumol*. 2013;39(3):330-8.
12. Vidotto MC, Sogame LC, Calciolari CC, Nascimento OA, Jardim JR. The prediction of extubation success of postoperative neurosurgical patients using frequency-tidal volume ratios. *Neurocrit Care*. 2008;9(1):83-9.
13. Colli BO, Sato T, Oliveira RS, Sassoli VP, Cibantos Filho JS, Manço AR, et al. Características dos pacientes com traumatismo craneiocefálico atendidos no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. *Arq Neuropsiquiatr*. 1997;55(1):91-100.
14. Navarrete-Navarro P, Rivera-Fernández R, Rincón-Ferrari MD, García-Delgado M, Muñoz A, Jiménez JM, Ortega FJ, García DM; GITAN multicenter project. Early markers of acute respiratory distress syndrome development in severe trauma patients. *J Crit Care*. 2006;21(3):253-8.
15. Recinos G, DuBose JJ, Teixeira PG, Barmparas G, Inaba K, Plurad D, et al. ACS trauma centre designation and outcomes of post-traumatic ARDS: NTDB analysis and implications for trauma quality improvement. *Injury*. 2009;40(8):856-9.
16. Salim A, Martin M, Brown C, Inaba K, Browder T, Rhee P, et al. The presence of the adult respiratory distress syndrome does not worsen mortality or discharge disability in blunt trauma patients with severe traumatic brain injury. *Injury*. 2008;39(1):30-5.
17. Ponsford JL, Myles PS, Cooper DJ, Mcdermott FT, Murray LJ, Laidlaw J, et al. Gender differences in outcome in patients with hypotension and severe traumatic brain injury. *Injury*. 2008;39(1):67-76.
18. Berry C, Ley EJ, Tillou A, Cryer G, Margulies DR, Salim A. The effect of gender on patients with moderate to severe head injuries. *J Trauma*. 2009;67(5):950-3.
19. 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(21):1445-50.
20. El-Khatib MF, Bou-Khalil P. Clinical review: liberation from mechanical ventilation. *Crit Care*. 2008;12(4):221.
21. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med*. 2002;28(5):535-46.
22. Kulkarni AP, Agarwal V. Extubation failure in intensive care unit: predictors and management. *Indian J Crit Care Med*. 2008;12(1):1-9.
23. Mantovani NC, Zuliani LM, Sano DT, Waisberg DR, Silva IF, Waisberg J. Avaliação da aplicação do índice de tobin no desmame da ventilação mecânica após anestesia geral. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007;57(6):592-605.
24. Danaga AR, Gut AL, Antunes LC, Ferreira AL, Yamaguti FA, Christovan JC, et al. Evaluation of the diagnostic performance and cut-off value for the rapid shallow breathing index in predicting extubation failure. *J Bras Pneumol*. 2009;35(6):541-7.
25. Teixeira C, Zimmermann Teixeira PJ, Höher JA, de Leon PP, Brodt SF, da Siva Moreira J. Serial measurements of f/VT can predict extubation failure in patients with f/VT < or = 105? *J Crit Care*. 2008;23(4):572-6.
26. Segal LN, Oei E, Oppenheimer BW, Goldring RM, Bustami RT, Ruggiero S, et al. Evolution of pattern of breathing during a spontaneous breathing trial predicts successful extubation. *Intensive Care Med*. 2010;36(3):487-95.