

Pico de fluxo de tosse reflexa como preditor de sucesso na extubação em pacientes neurológicos*

Reflex cough PEF as a predictor of successful extubation in neurological patients

Fernanda Machado Kutchak^{1,2}, Andressa Maciel Debesaitys²,
Marcelo de Mello Rieder^{2,3}, Carla Meneguzzi², Amanda Soares Skueresky³,
Luiz Alberto Forgiarini Junior^{3,4}, Marino Muxfeldt Bianchin⁵

Resumo

Objetivo: Avaliar o uso do pico de fluxo de tosse reflexa (PFTR) como preditor do sucesso da extubação de pacientes neurológicos candidatos a desmame da ventilação mecânica. **Métodos:** Estudo transversal com 135 pacientes ventilados mecanicamente por mais de 24 h na UTI do Hospital Cristo Redentor, em Porto Alegre (RS). Foram medidos o PFTR, o índice de respiração rápida e superficial, a PImáx e a PEmáx, bem como parâmetros ventilatórios, hemodinâmicos e clínicos. **Resultados:** A média de idade dos pacientes foi de $47,8 \pm 17$ anos. A taxa de insucesso na extubação foi de 33,3%. O PFTR < 80 l/min apresentou risco relativo de 3,6 (IC95%: 2,0-6,7), e a pontuação final na Escala de Coma de Glasgow apresentou risco relativo de 0,64 (IC95%: 0,51-0,83). A partir de 8 pontos, cada aumento de 1 ponto diminuiu em 36% o risco de insucesso na extubação. **Conclusões:** O PFTR e a pontuação na Escala de Coma de Glasgow são preditores independentes de falha na extubação em pacientes neurológicos internados na UTI.

Descritores: Desmame; Unidades de terapia intensiva; Tosse.

Introdução

A ventilação mecânica (VM) é uma importante ferramenta no tratamento da insuficiência respiratória em pacientes com doenças agudas ou crônicas agudizadas; entretanto, o desmame da VM deve ocorrer assim que houver a resolução do fator que a motivou.⁽¹⁾ Testes de triagem podem ser usados para a tomada de decisão sobre o desmame da VM e a extubação, que têm sido consideravelmente estudados nas últimas décadas.⁽¹⁾

A falha no desmame da VM é frequentemente atribuída à troca gasosa prejudicada, à fadiga dos músculos respiratórios e ao desequilíbrio entre a carga respiratória e a demanda ventilatória; entretanto, em pacientes com lesões neurológicas, a incapacidade de proteção da via aérea pode ser um dos motivos.^(2,3)

O parâmetro mais comumente utilizado para avaliar a capacidade de ventilação espontânea e o potencial para desmame da VM é a relação entre a FR e o volume corrente, denominada índice de respiração rápida e superficial (IRRS).⁽⁴⁾ Embora seja amplamente utilizado, o IRRS não tem se mostrado um parâmetro preditor fidedigno para pacientes com lesões neurológicas.⁽⁵⁻¹⁰⁾ Em tais pacientes, as falhas na extubação parecem estar mais associadas à incapacidade de proteger a via aérea do que à capacidade de ventilação espontânea.⁽¹¹⁾

Distúrbios neurológicos agudos são o principal motivo pelo qual se inicia a VM invasiva em 20% dos pacientes admitidos na UTI (doença neuromuscular em 10% e coma ou disfunção

*Trabalho realizado na Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Cristo Redentor, Porto Alegre (RS) Brasil.

1. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS - São Leopoldo (RS) Brasil.

2. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Cristo Redentor, Porto Alegre (RS) Brasil.

3. Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Metodista, Instituto Porto Alegre (RS) Brasil.

4. Programa de Pós-Graduação em Biociências e Reabilitação, Centro Universitário Metodista, Instituto Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

5. Serviço de Neurologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Porto Alegre (RS) Brasil.

Endereço para correspondência: Fernanda Machado Kutchak. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Cristo Redentor, Rua Domingos Rubbo, 20, CEP 91040-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

Tel. 55 51 9136-5947. E-mail: fkutchak@unisinos.br

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 20/10/2014. Aprovado, após revisão, em 20/4/2015.

do sistema nervoso central em 10%).⁽¹²⁾ Logo, são necessários parâmetros mais precisos para a tomada de decisão do desmame nessa população.

A mensuração da efetividade ou força da tosse antes da extubação, por meio do pico de fluxo de tosse voluntária com a glote aberta, tem sido estudada como um dos parâmetros preditores da capacidade de proteção das vias aéreas após a extubação em pacientes críticos, sendo uma medida importante para a definição da capacidade de proteção das vias aéreas.⁽¹³⁻¹⁸⁾ Entretanto, existem diferenças fisiológicas na ativação motora de músculos expiratórios e acessórios durante a produção do fluxo aéreo na tosse voluntária e reflexa; a tosse reflexa apresenta uma ação harmônica e simultânea desses músculos, gerando dois ou mais PFE de menor amplitude em comparação com a tosse voluntária.⁽¹⁹⁾

O objetivo do presente estudo foi avaliar o uso do pico de fluxo de tosse reflexa (PFTR) como preditor do sucesso da extubação de pacientes neurológicos candidatos a desmame da VM.

Métodos

Trata-se de um estudo transversal realizado na UTI do Hospital Cristo Redentor, em Porto Alegre (RS), no período de janeiro de 2011 a junho de 2013. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Grupo Hospitalar Conceição (Protocolo nº 10-150).

Os critérios de inclusão de pacientes foram os seguintes: estar em VM durante mais de 24 h; ter sido submetido a VM em virtude de um diagnóstico neurológico e ser candidato ao desmame da VM.

Os critérios de inclusão no protocolo de extubação foram os seguintes: oxigenação adequada, com $\text{FiO}_2 < 0,4$; estabilidade hemodinâmica ($\text{FC} < 130$ bpm); pressão arterial média > 60 mmHg com uso mínimo ou sem o uso de vasopressor; temperatura axilar $< 37,5^\circ\text{C}$; nível de hemoglobina > 8 g/dl; pontuação ≥ 8 na Escala de Coma de Glasgow e equilíbrio ácido-básico e eletrolítico.

A P_{lm} e a P_{em} foram mensuradas com um manovacuômetro digital (MVD-500 v.1.1; Globalmed, Porto Alegre, Brasil), sendo registrado o melhor valor obtido por três repetições consecutivas de esforço inspiratório e expiratório com oclusão de 30 s da válvula unidirecional. O IRRS foi mensurado imediatamente antes do teste de

respiração espontânea (TRE), por meio de um ventilômetro conectado ao tubo orotraqueal. A avaliação da Escala de Coma de Glasgow e a mensuração do PFTR foram realizadas pela equipe de fisioterapia da UTI do Hospital Cristo Redentor, imediatamente antes do início do TRE, estando o paciente posicionado com a cabeceira elevada a 45° .

O PFTR foi medido com um medidor portátil de pico de fluxo (Mini-Wright AFS; Clement Clarke International Limited, Harlow, Inglaterra). O medidor foi conectado ao tubo orotraqueal por meio de uma peça em forma de T com válvula unidirecional para permitir a inspiração livre e a expiração pelo interior do instrumento. Para desencadear o reflexo de tosse, foi realizado um estímulo mecânico por meio da introdução por via nasal de uma sonda de aspiração nº 8; quando o estímulo acima da glote não era suficiente para provocar a tosse, a sonda era introduzida no tubo orotraqueal, através do orifício frontal da peça em forma de T, a fim de estimular os receptores traqueais.

O TRE foi realizado por meio de um tubo T com suplementação de oxigênio (FiO_2 máxima de 40%) durante 30 min. A extubação era considerada malograda quando havia necessidade de reintubação em menos de 48 h. As variáveis clínicas e demográficas foram extraídas dos prontuários dos pacientes. A necessidade de reintubação era determinada pelo médico assistente, e os motivos da reintubação foram extraídos dos prontuários dos pacientes.

Foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) para a análise estatística. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis contínuas foram expressas em médias e desvios-padrão ou em medianas e intervalos interquartis, ao passo que as variáveis categóricas foram expressas em porcentagem. Para a comparação entre os grupos, foram usados o teste t de Student ou o teste de Mann-Whitney (para variáveis contínuas) e o teste do qui-quadrado de Pearson ou o teste exato de Fisher (para variáveis categóricas). O risco relativo foi calculado para avaliar a associação entre variáveis preditivas. Variáveis com valor de $p < 0,2$ foram incluídas na análise multivariada para comparar índices de sucesso e insucesso da extubação. Para avaliar a capacidade preditora do PFTR, da Escala de

Coma de Glasgow e do IRRS, foram mensuradas a sensibilidade, a especificidade e a acurácia por meio da curva ROC. O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados

Foram incluídos no estudo 135 pacientes neurológicos extubados entre janeiro de 2011 e junho de 2013. A média de idade dos pacientes foi de $47,8 \pm 17$ anos. Houve predomínio de pacientes do gênero masculino (71,1%), e a taxa de insucesso na extubação foi de 33,3%.

O diagnóstico clínico mais comum foi o de traumatismo cranioencefálico, em 62 pacientes (47%), seguido de hemorragia subaracnoidea (em 35,6%), hemorragia intracraniana (em 11,4%) e pós-operatório de tumor cerebral (em 6,1%). As demais características clínicas da amostra são apresentadas na Tabela 1. Dos pacientes que foram reintubados, 7% o foram em virtude do rebaixamento do nível de consciência, 31% o foram em virtude de acúmulo de secreção brônquica e 62% o foram em virtude da incapacidade de manter a proteção da via aérea.

Quanto aos parâmetros ventilatórios, hemodinâmicos e de troca gasosa relativos ao TRE, não houve diferença estatisticamente significativa entre os pacientes nos quais a extubação foi realizada com sucesso e aqueles nos quais a extubação falhou (Tabela 2). Por outro lado, houve diferença estatisticamente significativa entre

os dois grupos de pacientes quanto ao tempo de internação na UTI, o tempo de internação hospitalar e a mortalidade (Tabela 3).

Um PFTR < 80 l/min e a pontuação na Escala de Coma de Glasgow mostraram-se preditores independentes de falha na extubação. O PFTR < 80 l/min apresentou risco relativo de 3,6 (IC95%: 2,0-6,7; $p < 0,001$), e a pontuação final na Escala de Coma de Glasgow apresentou risco relativo de 0,64 (IC95%: 0,51-0,83; $p < 0,001$). A partir de 8 pontos na Escala de Coma de Glasgow, cada ponto a mais diminuiu em 36% o risco de insucesso. Da mesma forma, a curva ROC mostrou que o PFTR e a pontuação na Escala de Coma de Glasgow são bons preditores do sucesso da extubação (Figura 1). É interessante notar que o IRRS apresentou baixa acurácia em nossa amostra de pacientes.

Discussão

O presente estudo mostrou que o PFTR pode ser um preditor de sucesso da extubação de pacientes neurológicos em processo de desmame da VM.

Sabe-se que 20% dos indivíduos internados na UTI necessitam de suporte ventilatório em virtude de algum tipo de intercorrência neurológica aguda.⁽¹⁰⁾ Embora haja relatos de sucesso na extubação de tais pacientes, é importante avaliar o estado mental e a capacidade de proteção das vias aéreas nessa população.⁽²⁰⁾ Estudos indicam

Tabela 1 - Características epidemiológicas, clínicas e ventilatórias dos 135 pacientes estudados.^a

Variáveis	Total	Sucesso na extubação	Insucesso na extubação	p
	(n = 135)	(n = 90)	(n = 45)	
Idade, anos	47,80 ± 17,01	48,17 ± 17,50	49,82 ± 16,93	0,875 ^b
Gênero masculino, n (%)	96 (71,10)	66 (73,30)	30 (66,70)	0,561 ^c
APACHE II	18,87 ± 5,41	18,20 ± 5,70	20,40 ± 4,40	0,024 ^b
ECG na admissão	7,77 ± 2,14	7,94 ± 2,12	7,20 ± 2,16	0,79 ^b
ECG na extubação	9,69 ± 1,12	10,07 ± 0,93	8,90 ± 0,51	$< 0,001^b$
PEEP, cmH ₂ O	5,27 ± 0,46	5,25 ± 0,45	5,31 ± 0,47	0,516
FiO ₂ , %	34 ± 0,49	34 ± 0,41	34 ± 0,63	0,921 ^b
VC, ml	522 ± 134	535 ± 135,40	493 ± 121	0,180 ^b
Duração da VM, dias ^d	8,62 ± 5,70	7,21 ± 4,85	11,46 ± 6,26	$< 0,001^d$
Plmáx, cmH ₂ O ^d	65,22 ± 23,81	70,43 ± 22,30	54,80 ± 23,53	$< 0,001^d$
PEmáx, cmH ₂ O ^d	69,10 ± 43,87	75,65 ± 48,80	55,73 ± 27,59	0,003 ^d
IRRS, ciclos/min/l ^d	46,34 ± 17,79	43,86 ± 16,76	51,30 ± 18,92	0,028 ^d
PFTR	102,09 ± 41,13	115,34 ± 38,95	75,76 ± 31,23	$< 0,001^b$

APACHE II: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*; ECG: Escala de Coma de Glasgow; PEEP: *positive end-expiratory pressure* (pressão expiratória final positiva); VC: volume corrente; VM: ventilação mecânica; PFTR: pico de fluxo de tosse reflexa; e IRRS: índice de respiração rápida e superficial. ^aValores expressos em média ± dp. ^bTeste t de Student. ^cTeste do qui-quadrado de Pearson. ^dTeste de Mann-Whitney.

Tabela 2 – Parâmetros ventilatórios, hemodinâmicos e de troca gasosa medidos durante o teste de respiração espontânea (aos 30 min).^a

Variáveis	Sucesso na extubação	Insucesso na extubação	p ^b
	(n = 90)	(n = 45)	
PAS, mmHg	138 ± 22	140 ± 16	0,411
PAD, mmHg	80 ± 11	81 ± 8,90	0,677
FC, bpm	89 ± 12	88 ± 12	0,838
FR, ciclos/min	23 ± 8,90	25 ± 3,80	0,359
Gases arteriais, pH	7,40 ± 0,31	7,40 ± 0,03	0,436
PaCO ₂ , mmHg	40 ± 6,20 (5,37 ± 0,83)	39 ± 5,47 (5,16 ± 0,73)	0,177
PaO ₂ , mmHg	117 ± 35 (15,60 ± 4,67)	125 ± 31 (16,67 ± 4,13)	0,243
SaO ₂ , %	98 ± 1,51	98 ± 1,75	0,230
PaO ₂ /FiO ₂	346 ± 116	356 ± 112	0,507

PAS: pressão arterial sistólica; e PAD: pressão arterial diastólica. ^aValores expressos em média ± dp. ^bTeste t de Student.

Tabela 3 – Desfechos nos pacientes nos quais a extubação foi realizada com sucesso e naqueles nos quais a extubação falhou.^a

Variáveis	Sucesso na extubação	Insucesso na extubação	p
	(n = 90)	(n = 45)	
Tempo de permanência na UTI ^b	12 (7-17)	17 (14-23)	< 0,001 ^c
Tempo de permanência no hospital ^b	25 (17-30)	30 (21-52)	0,009 ^c
Desfecho da hospitalização			0,017 ^d
Alta	77 (85,6)	29 (64,4)	
Óbito	4 (4,4)	9 (20) ^e	
Transferência	9 (10)	7 (15)	
Desfecho da internação na UTI			< 0,001 ^d
Alta	84 (93,3)	38 (84,4)	
Óbito	1 (1,1)	6 (13,6) ^e	
Transferência	5 (5,6)	1 (2,2)	
PAVM	32 (35,5)	24 (53,3)	0,027

PAV: pneumonia associada à ventilação mecânica. ^aValores expressos em n (%), exceto onde indicado. ^bValores expressos em mediana (intervalo interquartil). ^cTeste U de Mann-Whitney. ^dTeste do qui-quadrado de Pearson. ^eAssociação estatisticamente significativa com resíduos ajustados padronizados (nível de significância de 5%).

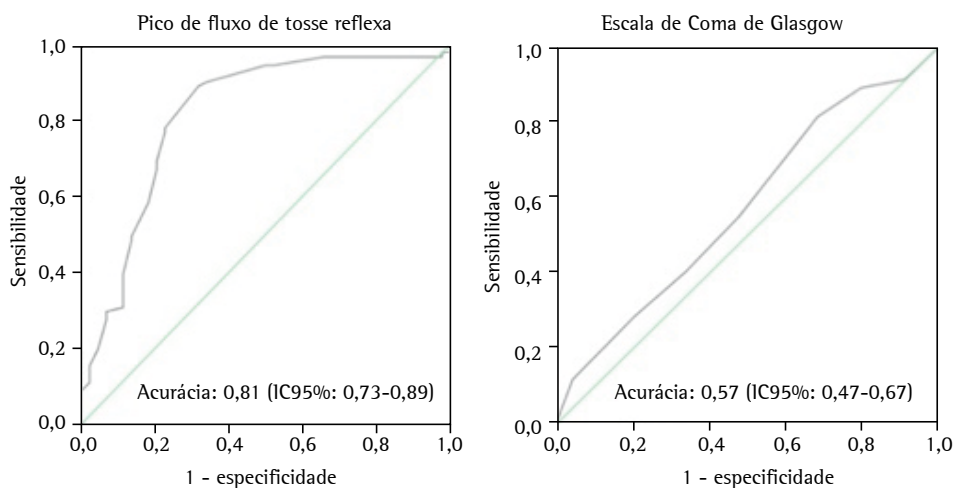


Figura 1 – Acurácia do pico de fluxo de tosse reflexa e da pontuação na Escala de Coma de Glasgow como preditores do sucesso da extubação de pacientes neurológicos internados na UTI.

que pacientes com traumatismo cranioencefálico e hemorragia subaracnoidea têm de 20 a 45% de chance de apresentarem diagnóstico de pneumonia associada à VM, que está diretamente relacionada com o tempo prolongado de UTI e a mortalidade.^(14,15) Em nosso estudo, a pneumonia associada à VM foi mais comum nos pacientes cuja extubação falhou do que naqueles cuja extubação foi realizada com sucesso.

Sabe-se que a falha na extubação está associada ao aumento do tempo de VM, da incidência de pneumonia associada à VM e do risco de mortalidade, além de aumentar significativamente os custos de internação.^(16-18,21-24) No presente estudo, os pacientes cuja extubação falhou apresentaram taxas significativamente mais elevadas de pneumonia, mortalidade, tempo de internação na UTI e tempo de internação no hospital, achados que estão de acordo com a literatura.

A influência da idade no desfecho do desmame da VM pode variar de acordo com a população estudada.⁽²⁴⁾ No presente estudo, não foi observada associação significativa entre a idade dos pacientes e o desfecho do desmame da VM. Esse achado está de acordo com os de outros estudos de pacientes com lesões neurológicas, sugerindo que a idade não é um fator preditivo importante do desfecho do desmame da VM em tais pacientes.⁽⁹⁻¹¹⁾

A população do estudo foi predominantemente composta pelo gênero masculino (71,1%), o que epidemiologicamente é explicado pelo fato de se tratar de uma UTI para pacientes vítimas de trauma, em que a prevalência de pacientes do gênero masculino está associada ao estilo de vida ou a maior exposição a fatores de risco de traumatismo cranioencefálico.⁽²⁵⁾

No presente estudo, não houve diferença significativa entre os pacientes cuja extubação foi realizada com sucesso e aqueles cuja extubação falhou quanto aos parâmetros ventilatórios, hemodinâmicos e de troca gasosa durante o TRE. Esse achado está de acordo com os de estudos envolvendo pacientes com doença neurológica, nos quais os maiores obstáculos ao desmame e extubação estão associados à incapacidade de proteger a via aérea, e não à incapacidade de ventilação espontânea, uma vez que não se observa diferença entre os grupos.^(9,10)

Houve diferenças significativas entre os pacientes cuja extubação foi realizada com sucesso e aqueles cuja extubação falhou quanto ao IRRS, à

Plmáx e à PEmáx avaliados isoladamente. Porém, na análise multivariada, não houve diferenças significativas entre os dois grupos de pacientes quanto a esses parâmetros. Embora estejam entre os parâmetros mais frequentemente avaliados nos protocolos de desmame e extubação, não são bons preditores de falha na extubação em pacientes neurológicos.⁽⁶⁻¹⁰⁾ A acurácia do IRRS como preditor de sucesso na extubação revelou-se baixa no presente estudo. Esse achado está de acordo com os de estudos prévios, evidenciando que o IRRS não é um bom preditor nesses pacientes.^(9,10)

A avaliação do nível de consciência por meio da Escala de Coma de Glasgow é de extrema importância em pacientes neurológicos. O estudo de Namen et al. demonstrou que a Escala de Coma de Glasgow esteve associada ao sucesso na extubação, independentemente do protocolo utilizado; uma pontuação ≥ 8 associou-se a sucesso na extubação em 75% dos casos, ao passo que uma pontuação < 8 associou-se a sucesso na extubação em 33% dos casos.^(26,27)

No presente estudo, todos os pacientes obtiveram pontuação > 8 na Escala de Coma de Glasgow, com média de $10,07 \pm 0,93$ pontos no grupo de pacientes nos quais a extubação foi realizada com sucesso e de $8,9 \pm 0,51$ pontos no grupo de pacientes nos quais a extubação falhou. A análise de regressão logística mostrou que uma pontuação = 8 na Escala de Coma de Glasgow é um preditor independente de falha na extubação, sendo que cada ponto a mais reduz em 36% o risco de insucesso. O presente estudo mostrou que a pontuação na Escala de Coma de Glasgow apresenta boa acurácia para prever o sucesso do desmame em pacientes neurológicos. Esses achados assemelham-se aos de Namen et al., que demonstraram que as chances de sucesso aumentavam em 30% para o aumento de um ponto na pontuação na Escala de Coma de Glasgow.⁽²⁶⁾ Vidotto et al. estudaram 92 pacientes neurocirúrgicos com pontuação ≥ 8 na Escala de Coma de Glasgow extubados após um TRE e observaram que 16% foram reintubados.⁽⁴⁾ Mokhelesi et al. observaram taxas semelhantes, com taxa de falha de extubação de 50% para pontuações ≤ 10 e de 9% para pontuações > 10 .⁽²⁸⁾

A avaliação da proteção das vias aéreas pode ser realizada por meio da medição do PFT com um medidor de pico de fluxo ou com um pneumotacógrafo. A análise do PFT

medido com um medidor de pico de fluxo em 95 pacientes antes da extubação mostrou que os pacientes cuja extubação falhou apresentavam PFT significativamente menor do que aqueles cuja extubação foi realizada com sucesso ($64,2 \pm 6,8$ l/min vs. $81,9 \pm 2,7$ l/min); o risco de falha foi 5,1 vezes maior nos pacientes com PFT < 60 l/min.⁽¹⁵⁾ Entretanto, a análise do PFT medido com um pneumotacógrafo mostrou que o PFT nos pacientes cuja extubação foi realizada com sucesso foi semelhante ao PFT nos pacientes cuja extubação falhou, com médias de 79,7 l/min e 58,1 l/min, respectivamente.⁽⁷⁾ As diferenças entre os valores encontrados nos estudos citados podem ser explicadas pelos diferentes instrumentos de medição utilizados. Em um estudo com 150 pacientes internados em uma UTI clínica,⁽²⁹⁾ o PFTR foi medido por meio de um monitor portátil de mecânica ventilatória. A média do PFTR foi de 74 l/min nos pacientes cuja extubação foi realizada com sucesso e de 42 l/min naqueles cuja extubação falhou.⁽²⁹⁾ Os autores do estudo concluíram que o PFT é um potencial preditor do sucesso ou da falha da extubação de pacientes que passam no TRE.⁽²⁹⁾

O presente estudo tem algumas limitações. As médias do PFTR ($115,34 \pm 38,95$ l/min nos pacientes nos quais a extubação foi realizada com sucesso e $75,76 \pm 31,23$ l/min nos pacientes nos quais a extubação falhou) foram superiores às encontradas na literatura. Essa diferença pode ser parcialmente explicada pelo uso de um medidor portátil de pico de fluxo e pelo fato de a população estudada ser composta exclusivamente por pacientes com lesão neurológica, diferente, portanto, das populações clínicas avaliadas em outros estudos. É importante notar que ainda não foram estabelecidos valores de referência para o PFTR, e que estudos com esse objetivo podem ser de grande utilidade na prática clínica para estabelecer o melhor momento para desmame e extubação.⁽³⁰⁾

Embora vários estudos sugiram que é fundamental avaliar a tosse e, conseqüentemente, a capacidade de proteção da via aérea antes da extubação,^(7,15,23) ainda não há consenso sobre a metodologia a ser utilizada para sua avaliação nem sobre os pontos de corte para prever o desfecho avaliado.

Podemos concluir que o PFTR medido por meio de um medidor de pico de fluxo e a pontuação na Escala de Coma de Glasgow são preditores

independentes de falha na extubação em pacientes neurológicos internados na UTI.

Referências

1. Tanios MA, Nevins ML, Hendra KP, Cardinal P, Allan JE, Naumova EN, et al. A randomized, controlled trial of the role of weaning predictors in clinical decision making. *Crit Care Med.* 2006;34(10):2530-5. <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000236546.98861.25>
2. Sprague SS, Hopkins PD. Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Phys Ther.* 2003;83(2):171-81.
3. Yang KL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure ratio: a predictive index of weaning outcome. *Intensive Care Med.* 1993;19(4):204-8. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01694771>
4. 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. <http://dx.doi.org/10.1007/s12028-008-9059-x>
5. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med.* 2004;30(7):1334-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-004-2231-7>
6. Stevens RD, Lazaridis C, Chalela JA. The role of mechanical ventilation in acute brain injury. *Neurol Clin.* 2008;26(2):543-63, x. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncl.2008.03.014>
7. Ko R, Ramos L, Chalela JA. Conventional weaning parameters do not predict extubation failure in neurocritical care patients. *Neurocrit Care.* 2009;10(3):269-73. <http://dx.doi.org/10.1007/s12028-008-9181-9>
8. Anderson CD, Bartscher JF, Scripko PD, Biffi A, Chase D, Guanci M, et al. Neurologic examination and extubation outcome in the neurocritical care unit. *Neurocrit Care.* 2011;15(3):490-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s12028-010-9369-7>
9. Nemer SN, Barbas CS. Predictive parameters for weaning from mechanical ventilation. *J Bras Pneumol.* 2011;37(5):669-79. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132011000500016>
10. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. *J Bras Pneumol.* 2014;40(5):458-86. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132014000500003>
11. Navalesi P, Frigerio P, Moretti MP, Sommariva M, Vesconi S, Baiardi P, et al. Rate of reintubation in mechanically ventilated neurosurgical and neurologic patients: evaluation of a systematic approach to weaning and extubation. *Crit Care Med.* 2008;36(11):2986-92. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31818b35f2>
12. Esteban A, Anzueto A, Alía I, Gordo F, Apezteguía C, Pálizas F, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(5):1450-8. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.161.5.9902018>
13. Berti ME, Broggi R, Clos P, Cópola L, Díaz CL, Dursi F, et al. Comportamiento de las variables de protección de la vía aérea al momento de la extubación. *Med Intensiva.* 2004;21(1):7-14.
14. Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous

- breathing trial. *Chest*. 2001;120(4):1262-70. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.120.4.1262>
15. Smina M, Salam A, Khamees M, Gada P, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest*. 2003;124(1):262-8. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.124.1.262>
 16. Kallel H, Chelly H, Bahloul M, Ksibi H, Dammak H, Chaari A, et al. The effect of ventilator-associated pneumonia on the prognosis of head trauma patients. *J Trauma*. 2005;59(3):705-10.
 17. Zygun DA, Zuege DJ, Boiteau PJ, Laupland KB, Henderson EA, Kortbeek JB, et al. Ventilator-associated pneumonia in severe traumatic brain injury. *Neurocrit Care*. 2006;5(2):108-14. <http://dx.doi.org/10.1385/NCC.5.2:108>
 18. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest*. 1997;112(1):186-92. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.112.1.186>
 19. Lasserson D, Mills K, Arunachalam R, Polkey M, Moxham J, Kalra L. Differences in motor activation of voluntary and reflex cough in humans. *Thorax*. 2006;61(8):699-705. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2005.057901>
 20. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubinfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(5):1530-6. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.161.5.9905102>
 21. 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(6 Suppl):375S-95S. http://dx.doi.org/10.1378/chest.120.6_suppl.375S
 22. Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, González M, Arabi Y, Restrepo MI, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. *J Crit Care*. 2011;26(5):502-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2010.12.015>
 23. Savi A, Teixeira C, Silva JM, Borges LG, Pereira PA, Pinto KB, et al. Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. *J Crit Care*. 2012 Apr;27(2):221.e1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2011.07.079>
 24. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med*. 2002;28(5):535-46. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-002-1268-8>
 25. Whitaker IY. Gravidade do trauma e probabilidade de sobrevida em pacientes internados [thesis]. São Paulo: Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo; 2000.
 26. Namen AM, Ely EW, Tatter SB, Case LD, Lucia MA, Smith A, et al. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(3 Pt 1):658-64. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.163.3.2003060>
 27. Freitas EE, David CM. Avaliação do sucesso do desmame da ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva* [serial on the Internet]. 2006 Dec [cited 2014 Oct 8];18(4):351-59. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-507X2006000400006&lng=en
 28. 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.
 29. Su WL, Chen YH, Chen CW, Yang SH, Su CL, Perng WC, et al. Involuntary cough strength and extubation outcomes for patients in an ICU. *Chest*. 2010;137(4):777-82. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.07-2808>
 30. Freitas FS, Parreira VF, Ibiapina CC. Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão de literatura. *Fisioter Mov*. 2010;23(3):495-502. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502010000300016>