

Avaliação do desempenho diagnóstico e do valor de corte para o índice de respiração rápida e superficial na predição do insucesso da extubação*

Evaluation of the diagnostic performance and cut-off value for the rapid shallow breathing index in predicting extubation failure

Aline Roberta Danaga, Ana Lúcia Gut, Letícia Cláudia de Oliveira Antunes, Ana Lúcia dos Anjos Ferreira, Fábio Akio Yamaguti, José Carlos Christovan, Ubirajara Teixeira, Cristina Aparecida Veloso Guedes, Ana Beatriz Sasseron, Luis Cuadrado Martin

Resumo

Objetivo: Avaliar o desempenho diagnóstico do índice de respiração rápida e superficial (IRRS) na predição do insucesso da extubação de pacientes adultos em terapia intensiva e verificar a adequação do valor de corte clássico para esse índice. **Métodos:** Estudo prospectivo realizado na unidade de terapia intensiva de adultos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, através da avaliação do IRRS em 73 pacientes consecutivos considerados clinicamente prontos para extubação. **Resultados:** O IRRS com valor de corte clássico (105 ciclos/min/L) apresentou sensibilidade de 20% e especificidade de 95% (soma = 115%). A análise da curva *receiver operator characteristic* (ROC) demonstrou melhor valor de corte (76,5 ciclos/min/L), o qual forneceu sensibilidade de 66% e especificidade de 74% (soma = 140%), e a área sob a curva ROC para o IRRS foi de 0,78. **Conclusões:** O valor de corte clássico do IRRS se mostrou inadequado nesta casuística, prevendo apenas 20% dos pacientes com falha na extubação. A obtenção do novo valor de corte permitiu um acréscimo substancial de sensibilidade, com aceitável redução da especificidade. O valor da área sob a curva ROC indicou satisfatório poder discriminativo do índice, justificando a validação de sua aplicação.

Descritores: Adulto; Cuidados intensivos; Curva ROC; Desmame do respirador; Diagnóstico; Respiração artificial.

Abstract

Objective: To evaluate the diagnostic performance of the rapid shallow breathing index (RSBI) in predicting extubation failure among adult patients in the intensive care unit and to determine the appropriateness of the classical RSBI cut-off value. **Methods:** This was a prospective study conducted in the adult intensive care unit of the Botucatu School of Medicine *Hospital das Clínicas*. The RSBI was evaluated in 73 consecutive patients considered clinically ready for extubation. **Results:** The classical RSBI cut-off value (105 breaths/min/L) presented a sensitivity of 20% and a specificity of 95% (sum = 115%). Analysis of the receiver operator characteristic (ROC) curve revealed a better cut-off value (76.5 breaths/min/L), which presented a sensitivity of 66% and a specificity of 74% (sum = 140%). The area under the ROC curve for the RSBI was 0.78. **Conclusions:** The classical RSBI cut-off value proved inappropriate, predicting only 20% of the cases of extubation failure in our sample. The new cut-off value provided substantial improvement in sensitivity, with an acceptable loss of specificity. The area under the ROC curve indicated that the discriminative power of the RSBI is satisfactory, which justifies the validation of this index for use.

Keywords: Adult; Intensive care; ROC curve; Ventilator weaning; Diagnosis; Respiration, artificial.

* Trabalho realizado na Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil. Endereço para correspondência: Aline Roberta Danaga, Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Clínica Médica, Distrito de Rubião Jr. s/nº, CEP 18618-970, Botucatu, SP, Brasil. Tel 55 14 3814-5383 ou 55 14 3811-6213. E-mail: ardanaga@yahoo.com.br Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Recebido para publicação em 4/6/2008. Aprovado, após revisão, em 29/12/2008.

Introdução

Apesar de necessária para quase metade dos pacientes sob terapia intensiva,⁽¹⁾ a ventilação mecânica invasiva (VMI) está associada a várias complicações ao paciente, especialmente sob uso prolongado. A pneumonia é a complicação mais comum da VMI, mas a ventilação artificial também pode representar riscos de lesão traqueal, lesão pulmonar inerente à própria VMI, aumento da dependência ao ventilador e óbito.⁽²⁾ Desse modo, preconiza-se que a interrupção do suporte ventilatório seja realizada o mais rápido possível.⁽²⁻⁴⁾ Por outro lado, sua retirada de forma prematura pode levar à necessidade de reintubação.^(5,6)

A reintubação ocorre em cerca de 20% das extubações⁽⁷⁾ e está associada a um maior risco de pneumonia hospitalar, maiores taxas de mortalidade, maior permanência na unidade de terapia intensiva (UTI), tempo prolongado de exposição à VMI, além de maior chance de traqueostomia.⁽⁵⁻⁸⁾

O uso de protocolos, baseados na avaliação clínica diária, como o teste de respiração espontânea, e em parâmetros fisiológicos ou índices preditivos, é preconizado para uma previsão acurada do desfecho da extubação.⁽⁹⁻¹²⁾

Muitos índices preditivos foram descritos com o intuito de identificar os pacientes capazes de reassumirem a ventilação espontânea; porém, poucos ofereceram resultados com poder diagnóstico satisfatório e fácil aplicabilidade.^(13,14) O índice mais utilizado no desmame da VMI é o índice de respiração rápida e superficial (IRRS), expresso pela razão entre a frequência respiratória (FR) e o volume corrente (VC).^(13,15) Valores de IRRS maiores que 105 ciclos/min/L foram estabelecidos como preditivos do insucesso do desmame e extubação.⁽¹⁶⁾ O IRRS é facilmente aplicável à beira do leito e considerado o índice mais acurado; porém, seu poder diagnóstico foi questionado por vários estudos.⁽¹⁷⁻²³⁾ Poucos trabalhos reavaliaram o valor de corte classicamente proposto para esse índice,⁽²⁴⁻²⁶⁾ e, raramente, essa avaliação foi realizada com base nos melhores valores de sensibilidade e especificidade com o cálculo da curva *receiver operating characteristic* (ROC).^(27,28)

Nesse sentido, o intuito deste trabalho foi avaliar o desempenho diagnóstico do IRRS como preditor do risco de reintubação em pacientes críticos e, principalmente, verificar a adequação

do valor de corte classicamente utilizado para a casuística estudada.

Métodos

Realizou-se um estudo observacional prospectivo para a validação do IRRS na UTI de Adultos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, no período entre setembro de 2007 e setembro de 2008, com parecer favorável do comitê de ética em pesquisa da instituição (OF: 37/2007-CEP).

Os critérios de inclusão foram VMI por intubação orotraqueal e preenchimento dos critérios de desmame e de extubação, ou seja, o IRRS foi avaliado somente nos pacientes que já estavam prontos para serem extubados, de acordo com os critérios adotados pela unidade, a saber: solução do evento desencadeante do uso de VMI; redução dos parâmetros ventilatórios artificiais—*positive end-expiratory pressure* (PEEP, pressão expiratória final positiva) ≤ 5 cmH₂O, FiO₂ $\leq 0,4$ obtendo-se SpO₂ $> 90\%$, FR ≤ 10 ciclos/min e ventilação por pressão de suporte ≤ 10 para obter VC ≥ 5 mL/kg e volume minuto ≤ 10 L; estabilidade hemodinâmica—frequência cardíaca (FC) ≤ 120 bpm, pressão arterial sistólica (PAS), 90-180 mmHg; integridade de estímulo respiratório (*drive*); balanço hídrico negativo e níveis normais de eletrólitos séricos (cálcio, magnésio, potássio, sódio e ferro); desmame completo de sedação e de droga vasoativa; ausência de febre; gasometria sanguínea arterial e pH adequados (pH, 7,35-7,45 e PaCO₂, 35-45 mmHg); índice de oxigenação (PaO₂/FiO₂) ≥ 200 mmHg; ausculta pulmonar e imagem radiológica não sugestivas de doença pulmonar aguda; hemoglobina ≥ 8 g/dL; reflexo de tosse presente; Plmáx ≤ -20 cmH₂O; ausência de necessidade próxima de intervenção cirúrgica; e tolerância ao teste de respiração espontânea, realizado com tubo T durante 30-120 min, sendo considerados os seguintes parâmetros para definir intolerância ao teste: FR > 35 ciclos/min, SpO₂ $< 90\%$, FC > 140 bpm, PAS > 180 mmHg ou < 90 mmHg, bem como sinais de agitação, sudorese ou alteração do nível de consciência.⁽¹⁵⁾

No período de estudo, 398 pacientes deram entrada à UTI, dos quais 264 receberam intubação orotraqueal e 105 foram a óbito antes do protocolo de desmame. Dos 159 pacientes restantes, 86 não preenchiam os critérios de inclusão ou

preenchiam algum critério de exclusão. Assim, foram incluídos 73 pacientes consecutivos, com mais de 18 anos de idade, independentemente da causa de admissão na UTI.

Os pacientes foram avaliados após higiene brônquica, pouco antes do momento da extubação, em decúbito dorsal, semirrecostados e sob monitorização dos sinais vitais. Não foram incluídos neste estudo os pacientes traqueostomizados, os que não assinaram o termo de consentimento, ou aqueles que não preencheram os critérios de desmame e de extubação.

O IRRS foi aferido imediatamente após a desconexão do ventilador, de acordo com a técnica descrita previamente,⁽¹⁶⁾ com auxílio de ventilômetro digital (Ohmeda, Oxnard, CA, EUA), devidamente calibrado, durante 1 min de respiração espontânea. Depois de registrados a FR e os volumes expiratórios, os pacientes eram reconectados ao respirador. A soma dos volumes exalados (volume minuto) dividida pela FR representou o VC médio espontâneo. A divisão da FR pelo VC obtido forneceu o valor do índice. A decisão da extubação não foi influenciada pelo resultado do IRRS, uma vez que a equipe não teve conhecimento dos valores obtidos.

A falha da extubação foi caracterizada pela necessidade de reinstituição da ventilação artificial e de reintubação em até 48 h após a retirada do tubo orotraqueal, independentemente da sua causa.

As seguintes variáveis foram registradas: gênero, idade, tempo de VMI, tempo de permanência na UTI, e o escore *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (APACHE II) realizado na admissão na UTI.

As variáveis paramétricas foram expressas em média \pm desvio-padrão e as variáveis não-paramétricas foram expressas em mediana (primeiro e terceiro quartis). O tamanho amostral foi calculado para um erro α de 0,05 e erro β de 0,20 (poder estatístico de 0,80) e resultou em 68 pacientes, para que uma diferença de 30% para 10% no índice de reintubação fosse detectada, de acordo com a presença ou a ausência de um valor de IRRS elevado.

A fim de que o melhor ponto de corte para o índice fosse detectado, foi traçada uma curva ROC e calculada a área sob esta curva, bem como o IC95%. Áreas sob a curva cujo IC95% foi inferior a 0,5 foram consideradas estatisticamente significantes. A curva ROC fornece uma

relação de sensibilidade e especificidade para cada ponto de corte de um índice. Foi estabelecido como melhor ponto de corte para o IRRS aquele que apresentou a maior soma de sensibilidade e especificidade.⁽²⁹⁾ Foram calculados os seguintes parâmetros: sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, razão de verossimilhança positiva, razão de verossimilhança negativa e acurácia, para o IRRS com seu valor de corte clássico e com o novo valor de corte obtido, de acordo com as fórmulas padronizadas,⁽³⁰⁾ bem como o IC95% para cada uma dessas medidas, considerando-se preditivo de reintubação valores de IRRS $>$ 105 ciclos/min/L (valor de corte proposto na literatura)⁽¹⁶⁾ e de IRRS $>$ 76,5 ciclos/min/L (novo valor obtido).

Resultados

Dos 73 pacientes avaliados, havia 44 homens e 29 mulheres. A idade média foi de 53 ± 17 anos, o tempo médio sob VMI foi de 4 dias (intervalo, 1-8 dias), o tempo médio de permanência na UTI foi de 7 dias (intervalo, 3-12 dias), e a média do escore APACHE II foi de $13,8 \pm 7,74$. Todos os pacientes estavam há pelo menos 12 h sob VMI, sendo que 64 pacientes estavam há pelo menos 24 h. Todos os pacientes utilizavam tubos endotraqueais com diâmetro superior a 7,5 mm. O valor médio encontrado para o índice FR/VC foi de $63 \pm 32,7$ ciclos/min/L. Dos 73 pacientes, 51 foram admitidos à UTI por motivos cirúrgicos

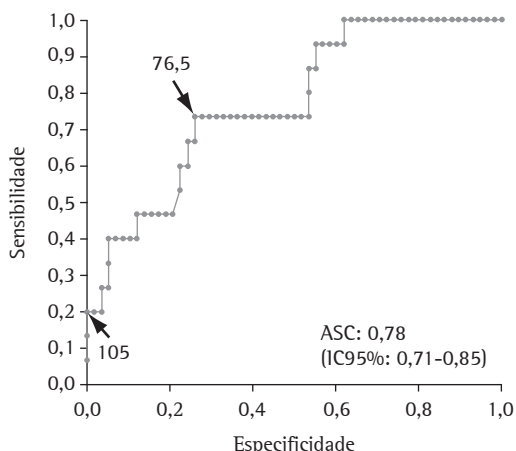


Figura 1 - Curva *receiver operator characteristic* (ROC) para o índice de respiração rápida e superficial, com indicações dos valores de corte, baseado na área sob a curva (ASC).

Tabela 1 – Desempenho diagnóstico do índice de respiração rápida e superficial para o valor clássico de corte e para o novo valor de corte obtido no estudo.

Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	RVP	RVN	Acurácia
IRRS ^a > 105	0,20 (0-0,40)	0,95 (0,89-1,00)	0,50 (0,10-0,90)	0,82 (0,73-0,91)	4 (0,90-17,85)	0,84 (0,65- 1,09)	0,79
IRRS ^a ≥ 76,5	0,66 (0,42-0,90)	0,74 (0,63-0,85)	0,40 (0,21-0,59)	0,89 (0,83-0,95)	2,53 (1,44-4,45)	0,46 (0,22-0,96)	0,73

VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; RVP: razão de verossimilhança positiva; e RVN: razão de verossimilhança negativa. Variação entre parênteses. ^aValores em ciclos/min/L.

(70%), enquanto 22 (30%) devido a diagnóstico clínico. Nenhum paciente apresentou sinais de instabilidade ou quaisquer tipos de intercorrência durante a medida do IRRS. A frequência de reintubação neste estudo foi de 20% (15/73), sendo que, em todos os casos, a falência da extubação ocorreu antes do período de 48 h após a retirada da via aérea artificial. As causas de insucesso da extubação foram as seguintes: sepse, em 3; fadiga, em 3; insuficiência cardíaca congestiva, em 3; obstrução de via aérea, em 2; choque cardiogênico, em 1; tromboembolismo pulmonar, em 1; e aspiração de conteúdo gástrico, em 1. A causa não pôde ser determinada em 1 caso.

Dos 15 pacientes que necessitaram de reintubação, apenas 3 apresentaram valor de IRRS > 105 ciclos/min/L, e 12 apresentaram IRRS ≤ 105 ciclos/min/L (preditivo de sucesso).⁽¹⁶⁾ Entre os 58 pacientes extubados com sucesso, 55 apresentaram IRRS ≤ 105 ciclos/min/L, e 3 tiveram IRRS > 105 ciclos/min/L. A soma da sensibilidade e da especificidade para esse valor de corte foi de 115.

Utilizando-se o método de maior soma de sensibilidade e especificidade para estabelecer o melhor ponto de corte,⁽²⁹⁾ foi obtido um valor de IRRS ≥ 76,5 ciclos/min/L como melhor ponto de corte, o qual apresentou soma de sensibilidade e especificidade de 140, com área sob a curva ROC igual a 0,78 (IC95%: 0,71-0,85; Figura 1).

Com o novo valor de corte, dos 15 pacientes reintubados, 10 apresentaram IRRS valor ≥ 76,5 ciclos/min/L (preditivo de reintubação). Dos 58 pacientes extubados com sucesso, 43 apresentaram IRRS < 76,5 ciclos/min/L e 15 com IRRS ≥ 76,5 ciclos/min/L. A sensibilidade sofreu um aumento substancial, de 20% para 66%, com o novo valor de corte. Os valores preditivos (positivo e negativo) para o valor de corte clássico foram 50% e 82%, respectiva-

mente; para o novo valor de corte, esses foram 40% e 89%, respectivamente. Já os valores de razão de verossimilhança (positiva e negativa) obtidos para o valor de corte clássico foram 4 e 0,84, respectivamente; para o novo valor de corte, esses foram 2,53 e 0,46, respectivamente. Os valores do teste diagnóstico para o IRRS com o novo valor de corte e com o valor de corte da literatura estão apresentados na Tabela 1.

Discussão

O IRRS com seu valor de corte clássico não pôde detectar a maioria dos pacientes com necessidade de reintubação. Utilizando-se a maior somatória de sensibilidade e especificidade,⁽²⁹⁾ foi possível determinar um novo valor de corte para o IRRS, sendo definido como preditivo do risco da reintubação IRSS ≥ 76,5 ciclos/min/L, o qual conferiu um aumento substancial da sensibilidade, permitindo detectar mais da metade dos pacientes reintubados.

A nosso ver, houve um pequeno acréscimo no risco de prolongar a VMI com relação ao enorme risco de reintubação utilizando-se o ponto de corte clássico, que apresentava sensibilidade de apenas 20%. Portanto, 80% dos pacientes que necessitaram de reintubação não foram detectados pelo valor clássico do IRSS, que se mostrou ineficaz com esse ponto de corte. Consideramos que a reintubação seja um evento muito mais impactante do que o prolongamento da ventilação, uma vez que a reintubação está associada ao aumento do risco de pneumonia e também com maior mortalidade, além de outros problemas.

A razão de verossimilhança positiva foi reduzida em 36,7% (de 4,00 para 2,53) e a razão de verossimilhança negativa teve decréscimo de 45% (de 0,84 para 0,46), ou seja, a redução da razão de verossimilhança positiva foi menor

comparada àquela da razão de verossimilhança negativa, sendo que para esta última, valores mais próximos de zero são mais favoráveis. Ainda assim, reforçamos o enfoque para a importância do valor de sensibilidade obtido, o qual representa a capacidade do teste em detectar o risco de reintubação, que no valor clássico estava muito baixa.

Neste estudo, para a caracterização da falha da extubação, foi considerada a necessidade da reinstalação da VMI e de reintubação no período de 48 h após a extubação. Esse protocolo difere daquele de outros estudos, que utilizaram períodos de 24 h ou de 72 h.^(18,21) Contudo, o protocolo adotado condiz com o da maioria dos autores.^(20,25,27) Além disso, nenhum caso de falência da extubação ocorreu acima de 48 h após a extubação nesta casuística.

Visto que o valor de corte pode diferir conforme o tipo de casuística estudada e que a reprodução incorreta da técnica pode levar a resultados equivocados dos testes diagnósticos, nossa preocupação neste estudo foi verificar a necessidade de se estabelecer novos pontos de corte à casuística, respeitando-se as técnicas de obtenção desses índices.

Considera-se que o insucesso do desmame da VMI é resultado principalmente do desequilíbrio entre a capacidade muscular respiratória e a demanda respiratória aumentada. Tanto a fraqueza muscular como a fadiga, especialmente quando combinadas à carga respiratória aumentada, estão associadas a um padrão respiratório rápido e superficial.⁽¹⁸⁾ Portanto, faz sentido que o IRRS, durante a respiração espontânea, tenha predito o desfecho do desmame da VMI no presente estudo. Apesar de questionado por alguns autores, o IRRS continua sendo o índice mais utilizado desde sua criação.^(13,15) Baseado em uma revisão sistemática sobre índices preditivos, o IRRS foi considerado como o mais promissor parâmetro preditivo do desfecho do desmame. Entretanto, o melhor valor de corte estabelecido por essa revisão foi o de 65 ciclos/min/L, diferente daquele do estudo original.⁽¹³⁾

Os resultados menos satisfatórios obtidos por alguns estudos podem ter sido influenciados pela metodologia heterogênea aplicada na obtenção de seus dados. Além disso, poucos estudos referentes ao IRRS estabeleceram um ponto de corte adequado para os grupos estudados,⁽²⁴⁻²⁶⁾ e somente dois estudos o determinaram com base

na curva ROC para a melhor sensibilidade e especificidade.^(27,28) A grande maioria dos trabalhos foi conduzida com base no valor proposto pela literatura (105 ciclos/min/L), o qual se mostrou inadequado na nossa casuística.

Descreve-se que a determinação do momento ideal para a extubação deve ser baseada em vários parâmetros, além da avaliação clínica diária. Essa avaliação clínica isolada já se mostrou insuficiente em prever o desfecho da extubação.^(9,10) O uso dos índices preditivos tem um papel auxiliar na tomada de decisão, fornecendo mais informações acerca da condição clínica do paciente.

O IRRS é de fácil interpretação e de rápida obtenção, fatores imprescindíveis em terapia intensiva; além disso, é de baixo custo, e sua aferição independe da cooperação do paciente ou de seu diagnóstico, o que permite sua utilização em uma grande gama de pacientes. Desde que medido corretamente (condições adequadas dos aparelhos de medida e conhecimento da técnica para obtenção dos índices, além de precisão no registro dos dados), sua aplicação poderá desempenhar um papel coadjuvante na decisão da retirada da sonda orotraqueal do paciente crítico, evitando todo o impacto negativo da necessidade da reintubação (principalmente o risco de pneumonia e o aumento da taxa de mortalidade).⁽⁷⁾

A exclusão de pacientes traqueostomizados da casuística pode representar uma limitação para este estudo, por reduzir sua validade externa. A cronicidade de alguns pacientes é um fator a ser considerado, pois esses provavelmente apresentarão alteração do IRRS.⁽²⁴⁾ Alguns resultados sugerem diferenças entre os dados segundo a idade ou o tempo de permanência sob VMI.⁽²⁵⁾ No presente estudo, esse aspecto não foi acessado; no entanto, pretende-se realizar essa análise posteriormente com a ampliação da casuística.

Os resultados obtidos não permitiram validar o uso do IRRS com seu valor de corte da literatura (105 ciclos/min/L), pois tal valor não foi condizente com o melhor ponto de corte determinado neste estudo. Os valores do teste diagnóstico mostraram que apenas uma minoria dos pacientes reintubados foi detectada pelo IRRS com seu valor de corte clássico. Com a adequação do valor de corte realizada para a casuística avaliada, o valor de sensibilidade

para o IRRS sofreu um acréscimo substancial. Tal fato evidencia a necessidade da revisão do valor de corte para o IRSS em diferentes amostras de pacientes e justifica novas investigações, com a avaliação do valor de corte em subgrupos de pacientes, especialmente considerando-se a exequibilidade do IRRS.

Agradecimentos

Aos professores do Grupo de Apoio à Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, Professor Adjunto José Eduardo Corrente e Professor Assistente Hélio Rubens de Carvalho Nunes.

Referências

- Esteban A, Alía I, Ibañez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*. 1994;106(4):1188-93.
- Rothaer RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9(1):59-66.
- 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.
- Marelich GP, Murin S, Battistella F, Inciardi J, Vierra T, Roby M. Protocol weaning of mechanical ventilation in medical and surgical patients by respiratory care practitioners and nurses: effect on weaning time and incidence of ventilator-associated pneumonia. *Chest*. 2000;118(2):459-67.
- de Lassence A, Alberti C, Azoulay E, Le Miere E, Cheval C, Vincent F, et al. 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.
- Meade M, Guyatt G, Griffith L, Booker L, Randall J, Cook DJ. Introduction to a series of systematic reviews of weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):396S-9S.
- Epstein SK. Predicting extubation failure: is it in (on) the cards? *Chest*. 2001;120(4):1061-3.
- Torres A, Gatell JM, Aznar E, el-Ebiary M, Puig de la Bellacasa J, González J, et al. Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(1):137-41.
- Stroetz RW, Hubmayr RD. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(3):1034-40.
- Smyrnios NA, Connolly A, Wilson MM, Curley FJ, French CT, Heard SO, et al. Effects of a multifaceted, multidisciplinary, hospital-wide quality improvement program on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2002;30(6):1224-30.
- Tabuena RP, Atienza TC, Dalisay CS. "Daily screen" as a parameter in weaning patients from mechanical ventilation [abstract]. *Chest* 2001. November 4-8, 2001. Philadelphia, Pennsylvania, USA. Abstracts. *Chest*. 2001;120(4 Suppl):192S-3S.
- Ely EW. The utility of weaning protocols to expedite liberation from mechanical ventilation. *Respir Care Clin N Am*. 2000;6(2):303-19,vi.
- 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.
- 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.
- Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Suppl 2):S128-S136.
- 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.
- Martinez A, Seymour C, Nam M. Minute ventilation recovery time: a predictor of extubation outcome. *Chest*. 2003;123(4):1214-21.
- Epstein SK. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(2):545-9.
- Jacob B, Chatila W, Manthous CA. The unassisted respiratory rate/tidal volume ratio accurately predicts weaning outcome in postoperative patients. *Crit Care Med*. 1997;25(2):253-7.
- Cohen JD, Shapiro M, Grozovski E, Singer P. Automatic tube compensation-assisted respiratory rate to tidal volume ratio improves the prediction of weaning outcome. *Chest*. 2002;122(3):980-4.
- 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(2):540-3.
- Shikora SA, Benotti PN, Johannigman JA. The oxygen cost of breathing may predict weaning from mechanical ventilation better than the respiratory rate to tidal volume ratio. *Arch Surg*. 1994;129(3):269-74.
- 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.
- Krieger BP, Isber J, Breitenbucher A, Throop G, Ershowsky P. Serial measurements of the rapid-shallow-breathing index as a predictor of weaning outcome in elderly medical patients. *Chest*. 1997;112(4):1029-34.
- Gandia F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intensive Care Med*. 1992;18(6):327-33.
- Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguía C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest*. 2006;130(6):1664-71.
- Capdevila XJ, Perrigault PF, Perey PJ, Roustan JP, d'Athis F. Occlusion pressure and its ratio to maximum

- inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest*. 1995;108(2):482-9.
28. Chao DC, Scheinhorn DJ. Determining the best threshold of rapid shallow breathing index in a therapist-implemented patient-specific weaning protocol. *Respir Care*. 2007;52(2):159-65.
29. Zou KH, O'Malley AJ, Mauri L. Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*. 2007;115(5):654-7.
30. Sackett DL, Straus SE, Richardson WS, Rosenberg W, Haynes RB, editors. *Medicina baseada em evidências - Prática e ensino*. São Paulo: Artmed; 2003.

Sobre os autores

Aline Roberta Danaga

Mestre em Fisiopatologia em Clínica Médica. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Ana Lúcia Gut

Professora Assistente. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Letícia Cláudia de Oliveira Antunes

Fisioterapeuta. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Ana Lúcia dos Anjos Ferreira

Professora Adjunta. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Fábio Akio Yamaguti

Médico Pneumologista e Intensivista. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

José Carlos Christovan

Professora Assistente. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Ubirajara Teixeira

Médico Intensivista. Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Cristina Aparecida Veloso Guedes

Mestre em Fisiopatologia em Clínica Médica pela Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.

Ana Beatriz Sasseron

Professora. Curso de Especialização em Fisioterapia Respiratória, Centro Universitário Hermínio Ometto – UNIARARAS – Araras (SP) Brasil.

Luis Cuadrado Martin

Professor Colaborador. Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu (SP) Brasil.