

Ana Carolina Peçanha Antonio<sup>1,2,3,4</sup>, Cassiano Teixeira<sup>1</sup>, Priscylla Souza Castro<sup>1,2,3</sup>, Augusto Savi<sup>1</sup>, Juçara Gasparetto Maccari<sup>1</sup>, Roselaine Pinheiro Oliveira<sup>1</sup>, Marli Maria Knorst<sup>4</sup>

# Comportamento dos achados de ultrassonografia pulmonar durante tentativa de respiração espontânea

*Behavior of lung ultrasound findings during spontaneous breathing trial*

1. Centro de Terapia Intensiva Adulto, Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre (RS), Brasil.
2. Centro de Terapia Intensiva Adulto, Hospital Mãe de Deus - Porto Alegre (RS), Brasil.
3. Centro de Terapia Intensiva Adulto, Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Porto Alegre (RS), Brasil.
4. Programa de Pós-Graduação em Pneumologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar potencial associação entre a presença de linhas B e a falha do desmame.

**Métodos:** Foram inscritos 57 pacientes elegíveis para liberação da ventilação. Excluíram-se pacientes com traqueostomia. Realizou-se avaliação ultrassonográfica pulmonar de seis zonas torácicas imediatamente antes e após o final da tentativa de respiração espontânea. Definiu-se a predominância de linhas B como qualquer perfil com padrão B bilateral anterior. Os pacientes foram seguidos por 48 horas após a extubação.

**Resultados:** Foram extubados com sucesso 38 pacientes; 11 tiveram falha da tentativa de respiração espontânea; e 8 necessitaram de reintubação dentro de 48 horas após extubados. No início da tentativa com peça T, já se observa-

va padrão B ou consolidação nas regiões posterior e inferior dos pulmões em mais de metade dos indivíduos, que permaneceram não aeradas ao final da tentativa. Observou-se certa tendência à perda da aeração pulmonar durante a tentativa de respiração espontânea apenas no grupo com falha da tentativa de respiração espontânea ( $p = 0,07$ ), assim como maior predominância de padrão B ao final da tentativa ( $p = 0,01$ ).

**Conclusão:** A perda de aeração pulmonar durante a tentativa de respiração espontânea em áreas pulmonares não dependentes foi demonstrada em pacientes que tiveram falha do desmame.

**Descritores:** Desmame do respirador; Respiração artificial; Ultrassonografia; Insuficiência respiratória; Edema pulmonar

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 24 de dezembro de 2016  
Aceito em 8 de março de 2017

### Autor correspondente:

Ana Carolina Peçanha Antonio  
Centro de Terapia Intensiva Adulto do Hospital de Clínicas de Porto Alegre  
Rua Ramiro Barcelos, 2.385  
CEP: 90035-903 - Porto Alegre (RS), Brasil  
E-mail: ana.carolina.antonio@gmail.com

**Editor responsável:** Jorge Ibrain Figueira Salluh

DOI: 10.5935/0103-507X.20170038

## INTRODUÇÃO

O processo de desmame compreende a retirada progressiva do suporte com ventilação invasiva até a remoção do tubo endotraqueal e pode representar cerca de 42% da duração da ventilação mecânica (VM).<sup>(1-3)</sup> O uso de múltiplos índices respiratórios para ditar o processo de desmame na unidade de terapia intensiva (UTI) tem sido amplamente suplantado pelo uso mais rápido e preditivo da tentativa de respiração espontânea (TRE).<sup>(4-6)</sup> O uso de melhores avaliações do paciente antes e após a TRE é de importância fundamental para prever falha do desmame e focalizar um tratamento que possa reduzir o tempo despendido em uso de ventilação artificial.

A disfunção cardíaca é uma causa bem estabelecida e representa 40% de todas as falhas de desmame.<sup>(7,8)</sup> A mudança do paciente de ventilação com pressão positiva para respiração espontânea reinstalou a pressão intratorácica negativa, aumentando, assim, o retorno venoso, o volume sanguíneo central e

a pós-carga ventricular esquerda. Esta condição normal, que frequentemente é um esforço para o paciente, pode descompensar a função cardiorrespiratória, no caso de sobrecarga de volume e disfunção sistólica, ou diastólica ventricular esquerda.<sup>(9)</sup> O aumento pela TRE da água extravascular pulmonar (EVLW) e do peptídeo natriurético tipo B é uma alternativa confiável ao uso do cateter arterial pulmonar para diagnosticar o edema pulmonar induzido pelo desmame.<sup>(10)</sup>

A ultrassonografia pulmonar é uma aplicação básica do ultrassom crítico, isto é, um processo que associa diagnóstico urgente com decisões terapêuticas imediatas.<sup>(11,12)</sup> A presença de múltiplas linhas B na ultrassonografia pulmonar é considerada um sinal de síndrome pulmonar intersticial.<sup>(11-13)</sup> O assim chamado padrão B tem sido validado como medida da EVLW,<sup>(14-16)</sup> e quadros emergenciais com falta de ar, pacientes com insuficiência cardíaca conhecida e sobrecarga hídrica no contexto da hemodiálise crônica têm sido estudados por meio de ultrassonografia pulmonar.<sup>(17)</sup> A ultrassonografia pulmonar tem demonstrado sensibilidade de 97-100% e especificidade de 95% para detecção de edema pulmonar agudo.<sup>(13,18)</sup> Em pacientes com suspeita de síndrome intersticial, um exame negativo de ultrassonografia pulmonar é superior à radiografia convencional do tórax para afastar a presença de síndrome intersticial significativa.<sup>(12)</sup>

As razões para falha do desmame do suporte com VM são frequentemente multifatoriais e envolvem uma complexa interrelação entre disfunções cardíacas e pulmonares. Uma recente revisão sugere que o intensivista pode usar a ultrassonografia de forma produtiva para identificar impedimentos a uma extubação bem-sucedida.<sup>(19)</sup> Para avaliar melhor o relacionamento entre a presença de linhas B e o desmame da VM, relatamos, nesta publicação, os achados de ultrassonografia pulmonar em 57 pacientes em uso de VM e submetidos à TRE imediatamente antes e após o procedimento.

## MÉTODOS

Inscreveram-se pacientes não consecutivos com idade acima de 18 anos, submetidos ao uso de VM invasiva por pelo menos 24 horas a partir de uma UTI médico-cirúrgica, semifechada com cobertura de intensivista em tempo integral, em um hospital privado. Excluíram-se pacientes em uso de traqueostomia. O Comitê de Ética em Pesquisa da instituição aprovou o estudo e dispensou a necessidade de obter a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi registrado sob o número NCT02022839 no sítio ClinicalTrials.gov.

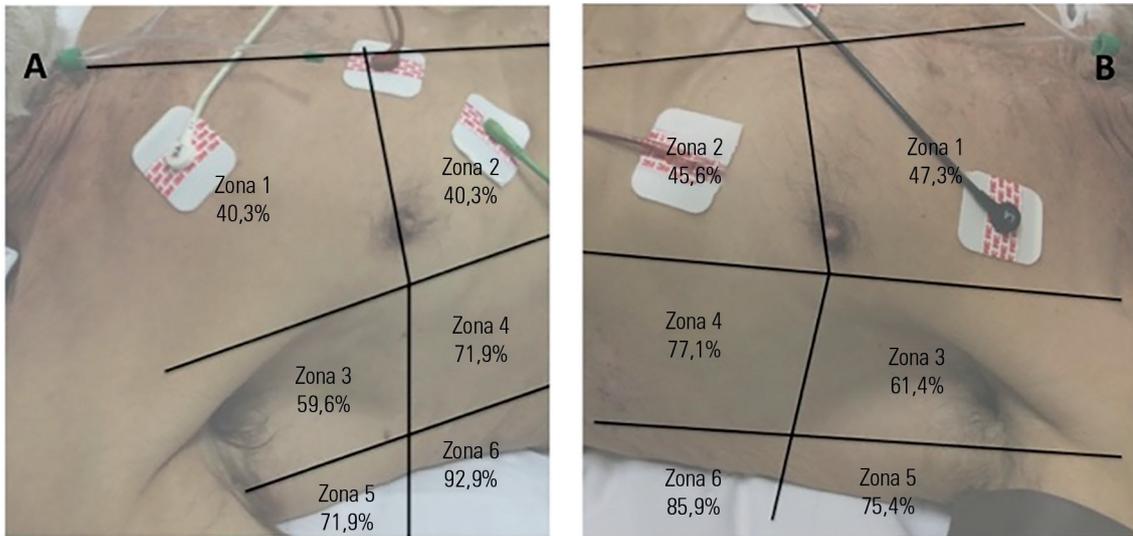
Os pacientes foram avaliados diariamente quanto à elegibilidade para desmame segundo melhora da condição de base que levou à insuficiência respiratória aguda; estar alerta e capaz de comunicar-se; ter adequada troca gasosa, conforme indicado por uma pressão arterial de oxigênio de pelo menos 60mmHg com fração inspirada de oxigênio inferior a 0,40; ausência de acidose respiratória significativa; índice de respiração superficial rápida  $\leq 105$  ciclos por minuto por litro; e fármacos vasoativos em doses baixas e estáveis (doses de norepinefrina  $< 0,12\mu\text{g}$  por quilograma por minuto ou doses equivalentes de dopamina).

Definiu-se falha da TRE como incapacidade de tolerar uma TRE com peça T durante 30 a 120 minutos, período em que o paciente não foi extubado. A TRE foi interrompida quando o paciente desenvolvia sinais de desconforto respiratório (frequência respiratória acima de 35 respirações por minuto, saturação arterial de oxiemoglobina inferior a 90%, uso de músculos respiratórios acessórios ou ventilação toracoabdominal paradoxal), taquicardia (frequência cardíaca  $> 140$  batimentos por minuto), instabilidade hemodinâmica (pressão arterial sistólica  $< 90$  mmHg ou 20% acima dos níveis basais) ou modificação da condição mental (sonolência, coma e ansiedade). Definiu-se falha da extubação como necessidade de reintubar dentro de 48 horas após remoção planejada do acesso aéreo artificial.

Registraram-se os dados demográficos, inclusive idade, sexo, raça, comorbidades e gravidade da enfermidade, por ocasião da admissão à UTI, razão para início da VM, preditores fisiológicos de desmame e balanço hídrico nas 48 horas que precederam a TRE. A presença de disfunção diastólica ou sistólica ventricular esquerda (esta última definida como fração de ejeção inferior a 45%) foi documentada segundo relatório formal de ecocardiograma datado de até 6 meses antes da admissão.

Em todos exames, utilizou-se um aparelho de ultrassonografia Siemens Sonoline G50 com um transdutor curvo de 3,5MHz. Os pacientes foram examinados em posição supina. Com uso de uma vista longitudinal, examinou-se cuidadosamente cada um dos espaços intercostais, bem como as porções inferiores das regiões anterior, lateral e posterior da parede dos hemitórax direito e esquerdo (Figura 1).

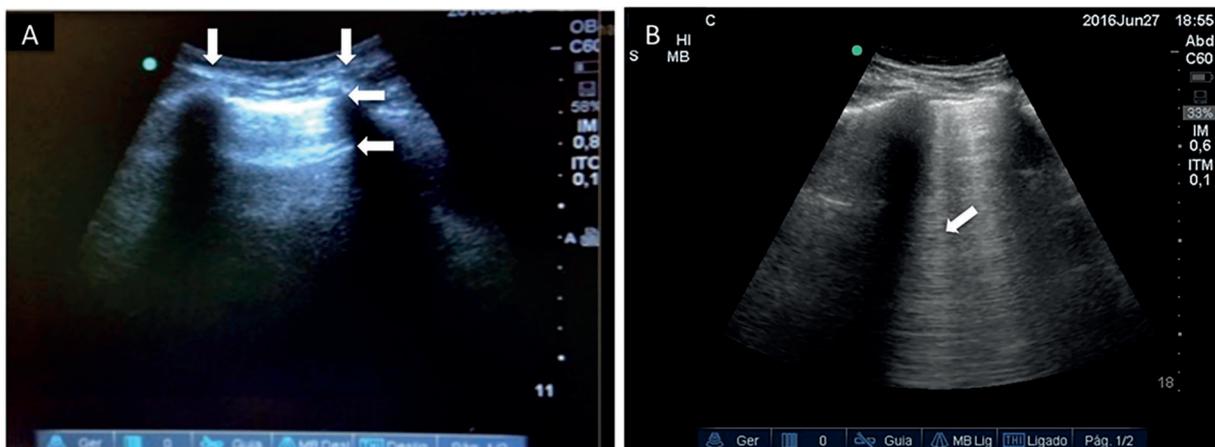
A linha pleural, observada entre as sombras de duas costelas, indica as camadas pleurais e gera uma marca permanente: o sinal da asa de morcego. A linha pleural revela, ao deslizar sua camada visceral contra a pleura parietal, um movimento rítmico com a respiração. A superfície pulmonar normal associa o deslizamento com repetições horizontais da linha pleural, resultando em imagens denominadas linhas A. Estas indicam imagem fisiológica ou a presença de gás livre (Figura 2A). Linhas B são definidas



**Figura 1** - Prevalência do padrão B (linhas C) em 12 zonas antes da tentativa de respiração espontânea em todos os 57 pacientes. No início da tentativa com peça T, padrão B e/ou linhas C já são encontrados nas regiões inferior e posterior dos pulmões em mais da metade dos pacientes e permaneceram não aeradas ao final da tentativa. A - lado direito; B - lado esquerdo.

como discretos artefatos hiperecoicos de reverberação verticais, semelhantes ao laser, que surgem a partir da linha pleural e se estendem até a base da tela sem se apagar, e movem-se simultaneamente com o deslizamento pulmonar, apagando as linhas A. As linhas B refletem a coexistência de elementos com um gradiente de impedância acústica maior, como fluidos e ar. Fluidos no septo interlobular subpleural rodeados de alvéolos preenchidos por ar atendem esta condição (Figura 2B).<sup>(11,12,20,21)</sup> A observação de três ou mais linhas B em uma única vista constitui o que denomina-se padrão B. A presença de um padrão B

em duas ou mais regiões do tórax bilateralmente caracteriza edema intersticial.<sup>(12)</sup> Linhas C são linhas verticais que não se originam da linha pleural, mas dentro de um tecido pulmonar consolidado ou em uma superfície pulmonar irregular fora da linha pleural, levando a uma imagem ultrassonográfica similar à do tecido hepático ou esplênico. Elas correspondem a tecido pulmonar não aerado, como se observa na atelectasia, síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) ou pneumonia.<sup>(22)</sup> Em resumo, entre as linhas A e C, ocorre diminuição progressiva da proporção ar-líquido no parênquima pulmonar.



**Figura 2** - A ultrassonografia pulmonar baseia-se amplamente na interpretação de artefatos criados pela interação entre ar e fluidos nos pulmões. (A) As costelas em cada lado da janela pulmonar (setas verticais) formam as asas de morcego, do "sinal do morcego", enquanto a linha pleural hiperecoica (seta horizontal no topo) parece o corpo de um morcego. O tecido pulmonar normal ou bem aerado leva à formação de artefatos de reverberação horizontais repetidos em intervalos de distância, grosseiramente equivalentes à distância entre a pleura parietal e a pele, sendo estas linhas denominadas linhas A (seta horizontal abaixo da linha pleural). (B) Se a quantidade de fluidos no tecido pulmonar estiver aumentada, como no edema pulmonar, a repetição dos artefatos multiplica-se, e surgem linhas verticais (seta, linhas B), apagando as linhas A.

As avaliações ultrassonográficas foram realizadas nos seguintes momentos: antes de iniciar a TRE e na sua conclusão - após 30 ou após 120 minutos, antes da extubação ou no surgimento de critérios para interromper a TRE. A avaliação ultrassonográfica foi realizada por um mesmo investigador treinado em todas as ocasiões. Para evitar a realização de exames dispendiosos em condições de desconforto respiratório importante imediatamente antes de reconectar o paciente ao ventilador, não descrevemos os padrões de aeração além do número de linhas A, B e C. Não foi possível relatar o número de linhas B isoladas ou confluentes.

Por ocasião do início da tentativa com peça T, já se encontrava a presença de padrão B ou linhas C nas regiões inferior e posterior dos pulmões em mais de metade dos pacientes, e estas permaneceram não aeradas ao final da tentativa (Figura 1). Assim, também em conformidade com artigos acima mencionados,<sup>(13,23)</sup> postulamos que uma abordagem simplificada em quatro zonas anteriores do tórax - 1 e 2 nos lados direito e esquerdo - seria suficiente para a finalidade específica de nosso estudo. Este conceito permitiu uma abordagem dicotomizada aos pulmões. Em outras palavras, apesar de colher dados ultrassonográficos de 12 regiões do tórax, analisamos apenas os achados observados na ultrassonografia pulmonar em quatro áreas torácicas anteriores: o espaço intercostal entre a terceira e quarta costelas e o espaço intercostal entre a sexta e a sétima costelas dos lados esquerdo e direito do esterno e entre as linhas paraesternal e médio-clavicular. Denominamos como predominância B qualquer perfil com um padrão B anterior bilateral, com base em estudos prévios.<sup>(13,23)</sup>

### Estatística

Os resultados foram expressos como a média e desvio padrão, mediana e variação interquartil, e proporções, conforme adequado. A distribuição normal dos diversos parâmetros foi investigada pela observação da distribuição dos dados e pelo uso do teste de Shapiro-Wilk. Utilizamos o teste exato de Fisher para comparação de proporções. As comparações entre os três grupos (pacientes com sucesso na extubação - grupo com TRE bem-sucedida e extubação; pacientes que tiveram falha da TRE - grupo com falha da TRE; e pacientes reintubados dentro de 48 horas - grupo com falha da extubação) por meio de análise de variância (ANOVA), para variáveis contínuas com distribuição normal, e por meio do teste de Kruskal-Wallis, para variáveis com distribuição não normal. Calcularam-se a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo, o valor preditivo negativo, a razão de probabilidade positiva

e a razão de probabilidade negativa da predominância B para predição de falha da TRE e falha da extubação. Consideramos um valor de  $p < 0,05$  como estatisticamente significativo. A análise estatística foi realizada com utilização do programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versão 20.0.

### RESULTADOS

Todos pacientes incluídos foram examinados com sucesso, e não ocorreu nenhuma saída de paciente por conta de má qualidade dos exames. Completaram de forma bem-sucedida o teste com peça T 46 pacientes (80,7%), os quais foram imediatamente extubados; 8 deles necessitaram de reintubação dentro de 48 horas. Os demais 11 pacientes tiveram sinais de má tolerância durante o TRE e foram reconectados ao ventilador. Em geral, a falha do desmame (falha do TRE e da extubação) ocorreu em 19 pacientes (33%). A tabela 1 mostra as características basais da coorte, segundo o desfecho. Houve uma prevalência mais alta de doença pulmonar obstrutiva crônica no grupo com falha da TRE (54,5% versus 7,9%, e 12,5% respectivamente, nos grupos com sucesso da TRE e extubação e grupo com falha da extubação). Sepses de qualquer origem constituiu a razão principal para iniciar a VM em todos os grupos. Foram extubados 34 pacientes (59,6%) em uma primeira tentativa, isto é, pacientes com desmame simples.

No grupo com falha da TRE, ocorreu leve tendência estatística a aumento da predominância B durante a tentativa com peça T ( $p = 0,07$ ). Estes pacientes também apresentaram uma maior predominância B em comparação aos demais grupos ao final da tentativa (90% versus 42,1% e 62,5% respectivamente, nos grupos com sucesso da TRE e extubação, e grupo com falha da extubação;  $p = 0,01$ ). Embora sem obter significância ( $p = 0,26$ ), os grupos com sucesso da TRE e sucesso da extubação deram início aos procedimentos com menor predominância B (39,5% versus 63,6% e 50%, respectivamente nos grupos com falha da TRE e com falha da extubação) (Tabela 2).

A tabela 3 mostra os valores da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, razão de probabilidade positiva e razão de probabilidade negativa da predominância B para predição dos desfechos de falha da TRE e falha da extubação.

### DISCUSSÃO

Apresentamos uma análise de algumas alterações observadas nos achados de ultrassonografia pulmonar antes e após a conclusão de TRE e, ao mesmo tempo em que reconhecemos o tamanho pequeno da amostra deste estudo,

**Tabela 1 - Características da coorte do estudo**

Características dos pacientes (N = 57)	TRE e extubação bem-sucedidas (N = 38)	Falha da TRE (N = 11)	Falha da extubação (N = 8)	Valor de p
Idade (anos)	70,6 (± 15,6)	70,9 (± 22,7)	82,7 (± 16,9)	0,17
Sexo feminino	16 (42,1)	6 (54,5)	3 (37,5)	0,72
APACHE II (pontos)	20 ± 6,8	22,6 ± 8,8	22,3 ± 4,4	0,47
Escore SOFA (pontos)	5,5 ± 2,9	7,6 ± 5,7	6,5 ± 4,4	0,26
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,9 ± 5,6	23,7 ± 2,7	25,4 ± 7	0,26
IRRS (f/VT)	61,4 ± 21,73	71,1 ± 17,1	53 ± 17,8	0,44
Duração da VM (dias)	5 (3 - 8,2)	7 (4 - 13)	5,5 (2,2 - 15,2)	0,50
Balço fluido nas 48 horas antes da TRE (mL)	511,9 ± 3.080,45	1.821,5 ± 2.720,29	747,50 ± 2.958,95	0,45
Comorbidades				
DPOC	3 (7,9)	6 (54,5)	1 (12,5)	0,04
Fração de ejeção < 45%	3 (7,9)	2 (18,2)	0 (0)	0,37
Disfunção diastólica do VE	11 (61,1)	2 (50)	6 (100)	0,18
Cardiopatia isquêmica	8 (21,1)	0 (0)	3 (37,5)	0,91
Terapia de substituição renal	9 (23,7)	3 (27,3)	2 (25)	1,00
Ascite	2 (5,3)	2 (18,2)	0 (0)	0,25
Razão para ventilação mecânica				
Sepse respiratória	5 (13,2)	5 (45,5)	1 (12,5)	0,06
Sepse não respiratória	14 (36,8)	1 (9,1)	1 (12,5)	0,13
Insuficiência cardíaca congestiva	6 (15,8)	0 (0)	2 (25)	0,21
Coma	8 (21,1)	1 (9,1)	2 (25)	0,69
IRA pós-operatória	1 (2,6)	0 (0)	0 (0)	1,00
DPOC/asma	0 (0)	0 (0)	1 (12,5)	0,15
Embolia pulmonar	1 (2,6)	0 (0)	0 (0)	1,00
SARA	2 (5,3)	2 (18,2)	0 (0)	0,25
Desmame simples	30 (78,9)	9 (81,8)	4 (50)	0,17

TRE - tentativa de respiração espontânea; APACHE II - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*; SOFA - *Sequential Organ Failure Assessment*; IMC - índice de massa corporal; IRRS - índice de respiração rápida e superficial; VM - ventilação mecânica; DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica; VE - ventrículo esquerdo; IRA - insuficiência respiratória aguda; SARA - síndrome da angústia respiratória aguda. Os dados são apresentados como mediana (variação interquartil), média ± desvio padrão ou n (%).

**Tabela 2 - Predominância B antes da tentativa de respiração espontânea ao final da tentativa, segundo os grupos de desmame**

Predominância B	TRE e extubação bem-sucedidas (n = 38)	Falha da TRE (n = 11)	Falha da extubação (n = 8)	Valor de p*
Antes da TRE	15 (39,5)	7 (63,6)	4 (50)	0,36
Fim da TRE	16 (42,1)	9 (90)	5 (62,5)	0,01
Valor de p <sup>†</sup>	0,4	0,07	0,27	

TRE - tentativa de respiração espontânea. \* Para comparações entre os grupos de desmame em cada momento; <sup>†</sup> para comparações entre antes e ao fim da tentativa de respiração espontânea. Os dados são apresentados como n (%).

**Tabela 3 - Desempenho da predominância B como teste de triagem para predição do desmame**

Momento da avaliação	Desfecho	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	RPP	RPN
Antes da TER (n = 57)	Falha da TRE (n = 11)	0,64 (0,32 - 0,88)	0,59 (0,43 - 0,73)	0,27 (0,12 - 0,48)	0,87 (0,52 - 0,88)	1,54 (0,87 - 2,70)	0,62 (0,27 - 1,40)
Antes da TRE (n = 57)	Falha da TRE e da extubação (n = 19)	0,58 (0,34 - 0,79)	0,60 (0,43 - 0,75)	0,42 (0,24 - 0,63)	0,74 (0,55 - 0,87)	1,47 (0,85 - 2,54)	0,69 (0,40 - 1,22)
Final da TRE (n = 46*)	Falha da extubação (n = 8)	0,62 (0,26 - 0,90)	0,58 (0,40 - 0,73)	0,24 (0,09 - 0,48)	0,88 (0,68 - 0,97)	1,48 (0,77 - 2,85)	0,65 (0,26 - 1,64)

VPP - valor preditivo positivo; VPN - valor preditivo negativo; RPP - razão de probabilidade positiva; RPN - razão de probabilidade negativa; TRE - tentativa de respiração espontânea. \* Com exclusão dos casos de falha da tentativa de respiração espontânea (não extubados). Os dados são expressos como valor estimado (intervalo de confiança de 95%).

identificamos que nosso estudo dá crédito à noção de que o aumento de padrão B em quatro zonas anteriores do tórax em pacientes com falha de tentativa de respiração com a peça T representa um mecanismo de distúrbio cardíaco. No entanto, antes da realização do teste com peça T, não fomos capazes de discriminar os pacientes que teriam falha da TRE nem os que necessitariam de reintubação dentro de 48 horas.

Rápidas modificações da carga respiratória e cardíaca que ocorrem durante o TRE podem manifestar-se com alterações dinâmicas na ultrassonografia pulmonar só visíveis durante o exame em tempo real. No início da tentativa, não conseguimos demonstrar diferenças estatisticamente significantes na predominância B entre os grupos, possivelmente por conta de erro tipo II. Durante a tentativa, porém, o grupo com falha da TRE teve comportamento diferente, exibindo elevações maiores de predominância B na ultrassonografia pulmonar, de forma semelhante a outros parâmetros da mecânica pulmonar, desempenho hemodinâmico e oxigenação tissular global.<sup>(24)</sup> A utilidade clínica deste achado é incerta, já que as manifestações clínicas de desconforto respiratório grave já se evidenciavam no momento de sua detecção.

O início da TRE após um período de VM se associa com alguma perda da aeração pulmonar em pacientes críticos. Com uso da técnica de pontuação na ultrassonografia pulmonar de Bouhemad et al. (escores mais baixos correspondem a melhor aeração),<sup>(25)</sup> Soummer et al.<sup>(26)</sup> mostraram que um desrecrutamento pulmonar progressivo durante a TRE identificava pacientes com probabilidade de ter falha na extubação. Ao final do TRE, pacientes com escore na ultrassonografia pulmonar menor que 13 tiveram risco de 9% de falha após a extubação (4 de 43), enquanto aqueles com escore acima de 17 tiveram um risco de 85% de falha após a extubação (18 de 21). Um escore da ultrassonografia pulmonar ao final do TRE entre 13 e 17, observado em 25% dos pacientes, não permite predição precisa do desfecho da extubação. Não se pode derivar qualquer conclusão quanto ao risco de falha da TRE antes da tentativa com a peça T.

Nossos dados mostraram falta de precisão da predominância B para predizer a necessidade de reintubação dentro de 48 horas. Considerando o pequeno tamanho de nossa amostra, não fica claro se considerar o protocolo simplificado de ultrassonografia pulmonar em quatro regiões é impreciso para esta finalidade. No entanto, considerando que a falha da extubação pode ser eventualmente causada por outras causas, além do desequilíbrio entre a capacidade cardiorrespiratória e a carga (falha no manter a

patência das vias aéreas por edema das vias aéreas superiores, excesso de secreções, inadequação da força muscular, comprometimento neurológico etc.), o comportamento dos achados ultrassonográficos durante a TRE podem não prognosticar adequadamente as taxas de reintubação.

A quantificação da hidratação excessiva dos pulmões não foi o escopo principal de nossa investigação, embora, de um ponto de vista prático, o padrão B indique um aumento da água extravascular pulmonar com sensibilidade absoluta.<sup>(27)</sup> Foi relatada uma associação entre a ausência de linhas B detectadas pela ultrassonografia pulmonar e baixo nível de pressão de oclusão (pressão de oclusão da artéria pulmonar), mas a predominância B é observada em uma ampla gama de valores de pressão de oclusão da artéria pulmonar, o que impede que se obtenham conclusões firmes a respeito da necessidade de retirada de fluidos.<sup>(23)</sup> Outros estudos observacionais demonstraram uma melhor especificidade dos achados de padrão B na detecção de EVLW elevados pelo método de termodiluição (sistema PiCCO).<sup>(15,16)</sup> Enghard et al.<sup>(14)</sup> aplicaram o protocolo de ultrassonografia pulmonar em quatro regiões e também encontraram uma boa correlação com mensurações pulmonares obtidas por termodiluição. Finalmente, Dres et al.<sup>(10)</sup> relataram ligação entre aumentos induzidos pela TRE na EVLW e falha do desmame de origem cardíaca, com uma especificidade de 100%.

O presente estudo é prático e qualitativo, e também altamente reprodutível.<sup>(13,23)</sup> A documentação, por exemplo, das paredes laterais, da função cardíaca, do volume de derrame pleural e do calibre venoso poderia proporcionar informações adicionais, em detrimento da simplicidade. Em sua abordagem preliminar, os autores não se focalizaram em modificações posteriores, já que linhas B posteriores podem indicar alterações gravitacionais. Na verdade, a redução do exame a apenas quatro zonas torácicas anteriores teve o objetivo de facilitar a avaliação inicial deste subgrupo de pacientes por meio de um método simples, rápido e fácil de realizar. Dentro de até 1 minuto de exame com ultrassonografia pulmonar, os pesquisadores puderam adquirir valiosas informações com relação ao diagnóstico de edema pulmonar. O escore de ultrassonografia pulmonar conforme apresentado<sup>(25,26)</sup> teve utilidade como ferramenta de pesquisa, porém pode ser demasiadamente complicado para o intensivista na linha de frente utilizar em uma UTI atarefada. Nós não comparamos protocolos diferentes utilizando, por exemplo, uma abordagem de exame em 8, 12 ou mesmo 28 zonas, de forma que não se pode tirar uma conclusão final a respeito da superioridade de alguma delas.

Nossas principais limitações são o fato de que o estudo foi conduzido em um único centro e o pequeno tamanho da amostra. Os exames de ultrassonografia pulmonar foram realizados apenas no horário comercial. A escolha de uma amostra de conveniência e o tamanho pequeno da amostra também limitam a interpretação e a generalização dos achados. A taxa global de falha do desmame foi relativamente elevada (33%). A taxa de reintubação após a extubação (17,4%), porém, foi comparável ao previamente relatado,<sup>(28)</sup> assim como a prevalência de desmame simples (75%),<sup>(1-3)</sup> indicando que nossa amostra prospectiva de oportunidade teve a mesma probabilidade prevista pré-teste de falha na TRE que qualquer outra população regular de UTI médico-cirúrgica. Assim como todas as técnicas de ultrassonografia, a ultrassonografia pulmonar junto ao leito pode ser dependente do operador, porém foi relatada uma elevada reprodutibilidade intra e interexaminadores.<sup>(25)</sup>

## CONCLUSÃO

Nosso estudo não nos permite tirar uma conclusão geral, porém podem se inferir alguns pontos importantes. O exame ultrassonográfico em quatro regiões é bastante viável e pode poupar tempo, já que linhas B inferiores e posteriores podem refletir alterações gravitacionais. Especulamos que a maior perda de aeração pulmonar durante a tentativa de respiração espontânea sugere disfunção cardiovascular induzida pelo desmame e aumenta a quantidade de água extravascular pulmonar.

A observação de que pacientes com falha na tentativa de respiração espontânea apresentam mecânica pulmonar mais gravemente alterada do que os que foram extubados com sucesso traz à baila se tais alterações podem ser detectáveis quando o paciente ainda está recebendo suporte ventilatório total. A prática comum, a fisiologia e a causas bem conhecidas de falha do desmame dão suporte ao uso da ultrassonografia pulmonar para identificar os pacientes que têm risco de falha na tentativa de respiração espontânea. No entanto, concedemos que tais dados necessitam ser confirmados com uma amostra populacional maior para reduzir a considerável dispersão de dados que afetou este estudo. Assim, delineamos um estudo observacional multicêntrico para avaliar se os achados de ultrassonografia pulmonar antes do teste com a peça T é capaz de prever o momento mais precoce em que o paciente poderia retomar a respiração espontânea.

## Contribuições dos autores

Ana Carolina Peçanha Antonio concebeu e delineou o trabalho. Cassiano Teixeira, Augusto Savi, Juçara Gasparetto Maccari e Roselaine Pinheiro Oliveira contribuíram substancialmente para a concepção e delineamento. Cassiano Teixeira e Marli Knorst revisaram o manuscrito quanto a importante conteúdo intelectual. Ana Carolina Peçanha Antonio e Priscylla Souza Castro colheram os dados. Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito.

## ABSTRACT

**Objective:** We aimed to investigate a potential association between B-lines and weaning failure.

**Methods:** Fifty-seven subjects eligible for ventilation liberation were enrolled. Patients with tracheostomy were excluded. Lung ultrasound assessments of six thoracic zones were performed immediately before and at the end of the spontaneous breathing trial. B-predominance was defined as any profile with anterior bilateral B-pattern. Patients were followed up to 48 hours after extubation.

**Results:** Thirty-eight individuals were successfully extubated; 11 failed the spontaneous breathing trial and 8 needed reintubation within 48 hours of extubation. At the

beginning of the T-piece trial, B-pattern or consolidation was already found at the lower and posterior lung regions in more than half of the individuals and remained non-aerated at the end of the trial. A trend toward loss of lung aeration during spontaneous breathing trials was observed only in the spontaneous breathing trial-failure group ( $p = 0.07$ ), and there was higher B-predominance at the end of the trial ( $p = 0.01$ ).

**Conclusion:** A loss of lung aeration during the spontaneous breathing trial in non-dependent lung zones was demonstrated in subjects who failed to wean.

**Keywords:** Ventilator weaning; Respiration, artificial; Ultrasonography; Respiratory failure; Pulmonary edema

## REFERÊNCIAS

- Tobin MJ, Jubran A. Weaning from mechanical ventilation. In: Tobin MJ, editor. Principles and practice of mechanical ventilation. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2012. p. 1185-220.
- MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, Hess D, Hubmayer RD, Scheinhorn DJ; American College of Chest Physicians; American Association for Respiratory Care; American College of Critical Care Medicine. 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.
- 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.
- Macintyre NR. Evidence-based assessments in the ventilator discontinuation process. *Respir Care*. 2012;57(10):1611-8.
- 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.
- Savi A, Teixeira C, Silva JM, Borges LG, Pereira PA, Pinto KB, Gehm F, Moreira FC, Wickert R, Trevisan CB, Maccari JG, Oliveira RP, Vieira SR; Gaúcho Weaning Study Group. Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. *J Crit Care*. 2012;27(2):221.e1-8.
- Teboul JL, Monnet X, Richard C. Weaning failure of cardiac origin: recent advances. *Crit Care*. 2010;14(2):211.
- Teboul JL. Weaning-induced cardiac dysfunction: where are we today? *Intensive Care Med*. 2014;40(8):1069-79.
- Perren A, Brochard L. Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2013;39(11):1885-95.
- Dres M, Teboul JL, Anguel N, Guerin L, Richard C, Monnet X. Extravascular lung water, B-type natriuretic peptide, and blood volume contraction enable diagnosis of weaning-induced pulmonary edema. *Crit Care Med*. 2014;42(8):1882-9.
- Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. 2014;4(1):1.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhamed B, Reissig A, Agricola E, Rouby JJ, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breitzkreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICCLUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-91.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25.
- Enghard P, Rademacher S, Nee J, Hasper D, Engert U, Jörres A, et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. *Crit Care*. 2015;19:36.
- Agricola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. "Ultrasound comet-tail images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest*. 2005;127(5):1690-5.
- Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, Carpinteri G, Tengattini M, Stefanone V, et al. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure. *Anesthesiology*. 2014;121(2):320-7.
- Noble VE, Murray AF, Capp R, Sylvia-Reardon MH, Steele DJ, Liteplo A. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution. *Chest*. 2009;135(6):1433-9.
- Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008;6:16.
- Mayo P, Volpicelli G, Lerolle N, Schreiber A, Doelken P, Vieillard-Baron A. Ultrasonography evaluation during the weaning process: the heart, the diaphragm, the pleura and the lung. *Intensive Care Med*. 2016;42(7):1107-17.
- Lichtenstein DA. Ultrasound in the management of thoracic disease. *Crit Care Med*. 2007;35(5 Suppl):S250-61.
- Lichtenstein DA. Lung. In: Lichtenstein DA, editor. General ultrasound in the critically ill. 1. Berlin: Springer; 2002. p. 116.
- Nalos M, Kot M, McLean AS, Lichtenstein D. Bedside lung ultrasound in the care of the critically ill. *Cur Respir Med Rev*. 2010;6(4):271-8.
- Lichtenstein DA, Mezière GA, Lagoueyte JF, Biderman P, Goldstein I, Gepner A. A-lines and B-lines: lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest*. 2009;136(4):1014-20.
- Jubran A, Mathru M, Dries D, Tobin MJ. Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(6):1763-9.
- Bouhamed B, Liu ZH, Arbelot C, Zhang M, Ferrari F, Le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary re-aeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2010;38(1):84-92.
- Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, Rouby JJ; Lung Ultrasound Study Group. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress\*. *Crit Care Med*. 2012;40(7):2064-72.
- Shyamsundar M, Attwood B, Keating L, Walden AP. Clinical review: the role of ultrasound in estimating extra-vascular lung water. *Crit Care*. 2013;17(5):237.
- Krinsley JS, Reddy PK, Iqbal A. What is the optimal rate of failed extubation? *Crit Care*. 2012;16(1):111.