



ESTUDO CLÍNICO

Avaliação da ultrassonografia pulmonar para detecção precoce de complicações respiratórias em cirurgia torácica

Laetitia Bosch^a, Olivier Mathe^a, Jean-Jacques Robin^a, Isabelle Serres^a, François Labaste^{a,b}, Pierre Masquère^a, Maxime Grigoli^a, Laurent Brouchet^c, Jean-Marie Conil^a, Vincent Minville^{a,b,*}

^a Toulouse University Teaching Hospital, Anesthesiology and Critical Care Unit, Toulouse, France

^b Université Paul Sabatier, I2MC, Inserm U1048, Toulouse, France

^c Toulouse University Teaching Hospital, Department of Thoracic Surgery, Toulouse, France

Recebido em 1º de outubro de 2019; aceito em 21 de janeiro de 2021

PALAVRAS-CHAVE:

Ultrassom;
Cirurgia torácica;
Complicações;
Leito

RESUMO:

Justificativa e objetivos: Avaliar a ultrassonografia pulmonar para o diagnóstico e acompanhamento das complicações respiratórias em cirurgia torácica.

Métodos: Estudo prospectivo observacional em hospital universitário, única instituição. Pacientes adultos programados para cirurgia de ressecção pulmonar, excluindo pneumectomia. O acompanhamento ultrassonográfico foi realizado do dia anterior à cirurgia até o terceiro dia após a cirurgia com cálculo da linha B e escore pulmonar (escores de reaeração e perda de aeração). As complicações respiratórias foram coletadas durante todo o período de internação. *Resultados:* Cinquenta e seis pacientes foram incluídos. Dezoito pacientes apresentaram complicação respiratória (32%) e apresentaram IMC e pontuação ASA significativamente maiores. Os pacientes operados por videotoroscopia apresentaram menor risco de complicações. No dia 3, um escore de reaeração ≤ 2 no lado ventilado ou ≤ -2 no lado operado e um escore de linha B > 6 no lado operado foram a favor de uma complicação.

Conclusão: A ultrassonografia pulmonar pode auxiliar no diagnóstico de complicações respiratórias após cirurgia de ressecção pulmonar.

Autor correspondente:

E-mail: minville.v@chu-toulouse.fr (V. Minville).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.01.006>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introdução

A cirurgia de ressecção pulmonar é uma cirurgia associada a um alto risco de complicações (24 a 41%).¹ As complicações mais frequentes são respiratórias (13 a 28%), incluindo insuficiência respiratória aguda, atelectasia e pneumopatia.² As outras complicações encontradas são específicas a esta cirurgia há vazamento de ar persistente, paralisia diafragmática ou recorrente e, mais raramente, fístula bronco-pleural. Além disso, o aparecimento de distúrbios do ritmo cardíaco, como a fibrilação atrial, muitas vezes transitória, é frequente nos primeiros dias de pós-operatório.

Durante a cirurgia de ressecção pulmonar, ambos os pulmões estão sujeitos a múltiplos fatores de estresse: ventilação mecânica em pressão positiva, ventilação monopulmonar (VMP), lesões cirúrgicas no pulmão operado, reação inflamatória, compressão do pulmão ventilado pelo bloqueio e pelo mediastino. Esse estresse e a dor após a cirurgia levarão ao aumento do trabalho respiratório, síndrome restritiva, hipoxemia e disfunção muscular respiratória no pós-operatório.^{2,3} Isso explica a alta incidência de complicações respiratórias após a cirurgia pulmonar.

O ultrassom tem se tornado uma ferramenta cada vez mais usada em unidades de terapia intensiva.⁴ Seus desempenhos para o diagnóstico de desconforto respiratório são superiores aos da radiografia.⁵ Pode ser facilmente realizado à beira do leito do paciente. A semiologia ultrassonográfica pleuro-pulmonar foi bem descrita,⁵ em particular as linhas B que estão correlacionados com a síndrome alvéolo-intersticial radiológica. Além disso, a ultrassonografia pleuro-pulmonar tem a vantagem de apresentar uma curva de aprendizado rápida.^{6,7} No entanto, até onde sabemos, a ultrassonografia pulmonar ainda não foi avaliada quanto a complicações após a cirurgia de ressecção pulmonar.

Nossa hipótese era que o aparecimento de linhas B, potencialmente relacionadas ao trauma secundário à cirurgia e à ventilação unipolar, poderiam possibilitar a detecção de complicações respiratórias por meio da análise da evolução dos escores ultrassonográficos.

O objetivo principal de nosso estudo foi determinar se a monitorização ultrassonográfica pulmonar em cirurgia torácica permitiria o diagnóstico de complicações respiratórias pós-operatórias. Os objetivos secundários foram descrever a evolução dos escores e imagens ultrassonográficas após a cirurgia torácica e determinar os fatores subjacentes às complicações respiratórias.

Materiais e métodos

Pacientes

O estudo obteve parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário (nº 16-0315). Foram incluídos pacientes adultos programados para cirurgia torácica para ressecção pulmonar com ventilação monopulmonar. Consentimento oral foi obtido dos pacientes. Pacientes com anomalia pleural (pneumotórax, derrame pleural ou

adesão pleural) ou pneumectomia foram excluídos. Mulheres grávidas, bem como pacientes adultos sob proteção legal também foram excluídos.

Realização de acompanhamento por ultrassonografia

Um anestesista experiente realizou cada ultrassonografia pulmonar. A ultrassonografia usada foi um LOGICTMe (GE Healthcare), com uma sonda de ponta redonda de 4 MHz. Seis regiões em cada pulmão foram examinadas em corte longitudinal: partes superior e inferior da região anterior, lateral e posterior de cada pulmão. O paciente encontrava-se em decúbito dorsal para o exame das regiões anterior e lateral e em decúbito lateral para o exame das regiões posteriores. O exame detectou número de linhas B, consolidação alveolar, derrame pleural e deslizamento pulmonar.

Cinco ultrassonografias pulmonares foram realizadas em cada paciente: a primeira foi na véspera da cirurgia; o segundo após a cirurgia e extubação na sala de recuperação pós-operatória; em seguida, uma ultrassonografia pulmonar por dia durante 3 dias.

O acompanhamento pós-operatório incluiu exame clínico e radiografia torácica diária até a alta do departamento.

Gestão intraoperatória

O atendimento era aquele normalmente prestado na unidade. A analgesia paramedular foi realizada antes da anestesia geral. Uma raquianestesia (sufentanil 10-15 µg + morfina 3-5 µg.kg⁻¹) foi realizada e um cateter paravertebral inserido pelo cirurgião ao final da intervenção, no qual ropivacaína (2 mg .mL⁻¹) foi injetado a 7 mL.h⁻¹ durante 48 horas; ou analgesia peridural torácica (nível T4-T5) com sufentanil (2,5 µg.h⁻¹) e ropivacaína (10 mg.h⁻¹) durante 48 horas foi administrado.

Um tratamento antibiótico profilático (amoxicilina e ácido clavulânico) foi administrado por via intravenosa antes da anestesia geral.

A anestesia de indução foi obtida com sufentanil (0,2-0,3 µ.kg⁻¹) e propofol (2-3 mg.kg⁻¹). Após verificação da viabilidade de ventilação com máscara facial, os pacientes foram curarizados por injeção de cisatracúrio (0,15 a 0,2 mg.kg⁻¹).

Após a indução, os pacientes foram intubados com tubo endotraqueal de duplo lúmen Rüsh Bronchopart (Teleflex Medical®, Athlone, Irlanda) para permitir a ventilação de um pulmão durante a cirurgia. A escolha do tamanho do tubo de intubação (35 a 41 franceses) ficou a critério do anestesista, de acordo com o gênero e o tamanho do paciente. A colocação do tubo de intubação endotraqueal de duplo lúmen foi controlada por ausculta e endoscopia.

Durante a ventilação bipulmonar, foi utilizado um volume corrente de 8 mL.kg⁻¹ de peso corporal previsto [PCP] e pressões de platô <30 cmH₂O. Uma pressão expiratória final positiva [PEEP] foi associada, começando com 5 cmH₂O. Com base na tolerância hemo-dinâmica, pressão de platô ou aparecimento de hipoxemia, a PEEP foi ajustada.

Durante a ventilação monopulmonar, foi utilizado o volume corrente de 6 mL.kg⁻¹PBW; a mesma PEEP e pres-

sões de platô <30 cmH₂O foram associadas. Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral, do lado contralateral à cirurgia. Um travesseiro foi colocado sob o tórax, no ápice escapular.

Durante a cirurgia, caso surgisse hipoxemia, o correto posicionamento do tubo era verificado por endoscopia. Se a hipoxemia persistisse, eram realizadas manobras de recrutamento no pulmão ventilado (pressão de 30 cm H₂O por 30 segundos), a PEEP otimizada e administrado oxigênio no pulmão não ventilado. Se essas operações fossem insuficientes, o pulmão operado era ventilado por alguns minutos.

Ao final da cirurgia, o pulmão operado foi ventilado manualmente, sob observação, para verificação da reexpansão e ausência de atelectasia, observando-se pressão de platô <30 cmH₂O. Dois drenos torácicos Monaldi foram colocados pelo cirurgião e conectados ao sistema de aspiração (-20 cmH₂O) na chegada à sala de recuperação pós-anestésica. Os pacientes foram extubados na sala de cirurgia ou recuperação. Em seguida, foram transferidos para a unidade de terapia intensiva de cirurgia torácica.

Coleta de dados

Os dados coletados durante a internação foram: dados demográficos, anestésicos e cirúrgicos; espirometria pré-operatória e resultados de ultrassom. A radiografia de tórax foi analisada, com auxílio de um radiologista, após a realização da ultrassonografia de pulmão. O tempo de início, os tipos de complicações e a duração da oxigenoterapia foram anotados.

As complicações respiratórias foram atelectasia, insuficiência respiratória aguda com necessidade de intubação ou ventilação não invasiva, pneumonia e exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

Objetivos do estudo

O objetivo principal de nosso estudo foi determinar se o acompanhamento por ultrassonografia por meio de um escore de ultrassonografia pulmonar e de linhas B poderia diagnosticar complicações respiratórias pós-operatórias.

Os objetivos secundários foram descrever a evolução dos escores de ultrassom após cirurgia torácica, determinar fatores de risco de complicações respiratórias e observar o tempo de internação pós-operatório e a duração da oxigenoterapia.

Cálculo dos escores das ultrassonografias de pulmão

As linhas B são linhas longas e hiperecogênicas chamadas de “foguetes pulmonares” apagando as linhas A, surgindo da linha pleural e movendo-se incertamente com o deslizamento do pulmão. Em cada região do pulmão examinada, o número de linhas B foi anotado e, para cada hemitórax, os números das 6 regiões foram adicionados para obter a pontuação das linhas B.

A pontuação de reeração ou perda de aeração foi calculada conforme descrito por Bouhemad. A aeração de ultrassom pulmonar (N, B1, B2, C) foi medida em cada

uma das 6 regiões por hemitórax durante cada ultrassom pulmonar. N é um padrão normal; B1, cometas pulmonares de ultrassom com espaçamento irregular e bem definido; B2, cometas pulmonares de ultrassom adjacentes; e C, consolidação alveolar. Em nosso estudo, a ultrassonografia pulmonar realizada após a cirurgia na sala de recuperação foi considerada a referência. De acordo com a evolução dos padrões, o escore de aeração pulmonar foi calculado para cada região conforme descrito na Tabela Complementar 1, e os 6 escores por hemitórax foram somados para se obter o escore final de cada pulmão. Uma pontuação positiva simboliza um ganho de aeração e uma pontuação negativa uma perda de aeração.

Análise estatística

A população foi dividida em dois grupos: pacientes com ou sem complicações respiratórias.

Existem várias etapas em nossa análise estatística, como estatística descritiva para variáveis contínuas (mediana, intervalo de confiança de 95%) e variáveis qualitativas (n,%) na população total e em cada grupo; comparação entre os 2 grupos por um teste não paramétrico (Mann Whitney) para variáveis contínuas (idade, duração da cirurgia, etc.) e pelo teste exato de Fisher para variáveis qualitativas.

O estudo da curva COR (Característica de Operação do Receptor) e das áreas sob a curva (ASC) de cada covariável de acordo com os critérios de “complicação respiratória” permite a avaliação do limiar discriminante. O limite mais discriminatório foi selecionado com o melhor Youdenindex. Ao mesmo tempo, os valores preditivos positivo e negativo (VPP e VPN), a sensibilidade e a especificidade foram calculados de acordo com esses limiares. Para cada um dos limites, uma “zona cinzenta”, ou zona de incerteza, foi determinada usando o procedimento de duas etapas definido por Canssion. Essas curvas COR foram comparadas para eliminar as covariáveis menos discriminantes.

Em uma última etapa, avaliamos a associação entre as diferentes covariáveis e a variável “complicações respiratórias” na análise multivariada (regressão logística), por meio do cálculo da razão de possibilidade (OR). Usamos uma eliminação para trás: as variáveis com $p < 0,02$ foram incluídas e, em seguida, as variáveis não significativas foram eliminadas ao longo do caminho. O modelo com a melhor qualidade de ajuste foi escolhido graças ao teste de Hosmer-Lemeshow (qui-quadrado de qualidade de ajuste).

O estudo foi realizado com o software estatístico MedCalc® (Mariakerke, Bélgica). As diferenças foram significativas com $p < 0,05$.

Resultados

População

Um total de 57 pacientes foram incluídos entre abril de 2015 e março de 2016. Um paciente foi excluído da análise estatística devido à falta de dados de ultrassom para o dia 2

Tabela 1 Características demográficas e anestésicas.

	População total	Sem complicações respiratórias	Com complicações respiratórias	p <0,05
Anos de idade)	64 [61-68]	64 [58-68]	64 [59-67]	0,9371
Sexo (M / F)	34/22	22/16	12/6	0,5727
IMC (kg / m ²)	25,8 [23,1-26,7]	24,9 [22,9-26,5]	27,9 [22,8-32,8]	0,0474*
ASA> 2	9 (16,1%)	3 (7,9%)	6 (33,3%)	0,0101*
Espirometria pré-operatória				
VT (% do valor teórico)	94,5 [91,2-98,3]	95,5 [92,8-100,3]	91,5 [81,2-99,0]	0,2613
FEV1 (% valor teórico)	92 [87,3-99,6]	91 [88-103,6]	93 [74,0-100,9]	0,2800
Tiffeneau (%)	80 [73-83]	81 [74,4-85,5]	72,5 [67,0-85,7]	0,3482
Duração da cirurgia (min)	130 [120-180]	137 [120-180]	127 [111-180]	0,5201
Duração da ventilação total (min)	167 [150-210]	192 [150-215]	165 [150-216]	0,7921
Ventilação monopulmonar				
Duração (min)	120 [105-140]	120 [105-165]	115 [90-134]	0,4190
FiO ₂ (%)	85[80-100]	80 [80-100]	95 [80-100]	0,5751
Pplat (cmH ₂ O)	23 [22,4-24,0]	23 [22-24]	24 [23,0-26,7]	0,2828
PEEP (cmH ₂ O)	5 [5-5]	5 [5-5]	5 [5-5]	0,9477
TV / BIW (mL / kg)	6,10 [5,86-6,32]	6,10 [5,92-6,39]	6,02 [5,57-6,43]	0,6233
Ventilação de dois pulmões				
FiO ₂ (%)	70[60-80]	70 [60-80]	65 [60-80]	0,6098
Pplat (cmH ₂ O)	19 [17-20]	19 [17-20]	19 [15,5-22,4]	0,7717
PEEP (cmH ₂ O)	5 [5-5]	5 [5-5]	5 [5-5]	0,7595
TV / PCI (mL / kg)	6,95 [6,77-7,26]	6,87 [6,55-7,19]	7,16 [6,79-7,58]	0,2194
Duração da internação (dias)	6 [6-7]	6 [6-6]	9,5 [7,0-13,8]	0,0001*
Duração da internação em Terapia Intensiva (dias)	3[2-3,8]	2[2-3]	4,5[3,33-7,6]	0,0001*

M / F = Masculino / Feminino; IMC = Índice de Massa Corporal; FEV1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo, Pplat = pressão de platô, PEEP = pressão expiratória final positiva, VT = Volume corrente, PCI = Peso corporal ideal.

Tabela 2 Características cirúrgicas.

	População global	Sem complicações respiratórias	Com complicações respiratórias	p
Abordagem Cirúrgica				
Toracotomia / Toracosopia	42/14	25/13	17/1	0,0232*
Lado Operado				
Direito / esquerdo	34/22	24/14	10/8	0,7702
Patologia				
Adenocarcinoma	34 (60,7%)	23 (60,5%)	13 (72,2%)	0,5522
Carcinoma epidermoide	4 (7,1%)	2 (5,3%)	2 (11,1%)	0,5866
Tumor neuroendócrino	6 (10,7%)	5 (13,2%)	1 (5,6%)	0,6522
Outros	12 (21,4%)	8 (21,0%)	2 (11,1%)	

Tabela 3 Pontuações de ultrassom pulmonar: pontuação de reaeração ou perda de aeração

Escore de reaeração	Sem complicações respiratórias	Com complicações respiratórias	p
Pulmão excluído			
Dia 1	-1 [-1;0]	-0,5 [-1;1,6]	0,6839
Dia 2	0 [-2;0,5]	-2 [-4;1,6]	0,4870
Dia 3	0 [-1;1]	-2 [-5;0,1]	0,0297*
Pulmão ventilado			
Dia 1	2 [0;3]	0,5 [0;3,6]	0,7312
Dia 2	2,5 [1;4]	-1 [-2;3]	0,1040
Dia 3	3 [1;5]	-0,5 [-2;4]	0,0124*

Tabela 4 Pontuações de ultrassom pulmonar: escores de linha B

Escore de linha B	Sem complicações respiratórias	Com complicações respiratórias	p
Pulmão excluído			
Dia -1	0 [0;0]	1 [0;2]	0,0747
Dia 0	2 [0;3]	6 [4;8,2]	0,6536
Dia 1	2 [0;3]	6,5 [4;9,6]	0,8812
Dia 2	2 [0;3]	7,5 [4;10,6]	0,4762
Dia 3	2 [0;3]	8 [4;11]	0,0251*
Pulmão ventilado			
Dia -1	0 [0; 0]	0,5 [0;2]	0,1481
Dia 0	8 [7;9]	5,5 [3;7,6]	0,0624
Dia 1	5,5 [4;7]	3,5 [1,3;6,6]	0,0573
Dia 2	5 [4;6]	4,5 [1,3;6,6]	0,7782
Dia 3	3 [1;5]	3 [2,2;7]	0,1685

Tabela 5 Desempenho diagnóstico das pontuações de ultrassom

	ASC	Limiar	Se %	Sp %	PPV %	NPV %	Zona Cinza
Escore de reaeração no pulmão ventilado no Dia 3	0,73 [0,58 ; 0,85]	≤2	71,4	70,5	50	85,7	[-1,6 ; 5,6]
Escore de reaeração no pulmão excluído no Dia 3	0,70 [0,55 ; 0,82]	≤-2	57,1	76,4	50	81,2	[-4,3 ; 1,6]
Escore das linhas B no pulmão excluído no Dia 3	0,702 [0,55 ; 0,82]	>6	66,7	64,7	45,5	81,5	[1,5 ;8,9]

ASC = área sob a curva, Se. = sensibilidade, Sp. = especificidade, PPV = valor preditivo positivo, NPV = valor preditivo negativo.

e o dia 3. Dos 56 pacientes incluídos na análise estatística, faltavam dados de ultrassom no dia 3 para 7 deles, 4 dos quais estavam no grupo de complicações respiratórias.

As características demográficas e anestésicas são apresentadas na Tabela 1. Não houve diferença significativa entre os dois grupos, exceto pelo alto índice de massa corporal (IMC) e pontuação ASA maior que 2.

As características cirúrgicas são apresentadas na Tabela 2; a videotoroscopia em comparação à toracotomia associou-se a um menor risco de complicações respiratórias. Foram realizadas 50 lobectomias (89,2%), 5 ressecções atípicas e 1 toracotomia exploratória.

Complicações

Dos 56 pacientes incluídos, 24 tiveram uma complicação (42,8%), dos quais 18 tiveram uma complicação respiratória (32,1%). Dos 7 pacientes com insuficiência respiratória aguda, 3 tiveram a reintubação realizada imediatamente, ou após falha da ventilação não invasiva, e 4 se beneficiaram da ventilação não invasiva. Nenhuma morte ocorreu durante o período de acompanhamento. As complicações respiratórias observadas foram: atelectasia n = 4, insuficiência respiratória aguda n = 7, pneumopatia n = 5 e exacerbações da DPOC n = 4. Elas geralmente apareceram entre o dia 1 e o dia 3 com uma mediana ocorrência no dia 2.

Outras complicações foram observadas como complicações cardiovasculares (12,5%): fibrilação auricular, embolia pulmonar, edema agudo de pulmão, síndrome coronariana aguda; complicações cirúrgicas (10,7%) ou complicações infecciosas (7,1%).

Escores ultrassonográficos

Em relação aos escores ultrassonográficos, houve uma diferença significativa entre os pacientes com uma complicação respiratória e os pacientes que não tiveram uma complicação respiratória para o escore de reeração do dia 3 no lado ventilado e excluído, e para o escore da linha B do dia 3 no lado excluído. A pontuação de reeração do dia 3 no lado excluído foi -2 [-5; 0,1] no grupo de “complicações respiratórias”, versus 0 [-1; 1] no grupo de “complicações não respiratórias”. A pontuação de reeração do dia 3 no lado ventilado foi -0,5 [-2; 4] no grupo de “complicações respiratórias”, versus 3 [1; 5] no grupo de “complicações não respiratórias”. Finalmente, a pontuação da linha B do dia 3 no lado excluído foi 8 [4; 10] no grupo de “complicações respiratórias” versus 4 [3; 7.1] no grupo de “complicações não respiratórias”. As pontuações de ultrassom são apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

O desempenho diagnóstico dos escores de ultrassom para detecção de complicações respiratórias é resumido na Tabela 5. O escore de reeração no lado ventilado em D3 mostrou a melhor ASC (área sob a curva COR) com sensibilidade de 71,4% e especificidade de 70,5% para um limiar definido 2. As curvas Característica de Operação do Receptor (COR) desenhadas a partir desses dados são representadas na Figura 1.

Evolução das pontuações de ultrassom pulmonar

A análise das curvas dos escores de reeração (Fig. 1 Suplementar) mostra uma tendência global de perda de ventilação tanto nos pulmões excluídos quanto nos ventilados. Esta tendência é mais pronunciada no grupo de “complicações não respiratórias”, mas sem diferença significativa antes do dia 3.

A Figura Suplementar 2 mostra a evolução das pontuações da linha B para os grupos “complicações respiratórias” e “complicações não respiratórias”. No lado excluído, o número de linhas B aumenta diariamente no grupo “complicações respiratórias”, enquanto diminui a partir do dia 2 no grupo “complicações não respiratórias”, com uma diferença significativa entre os dois grupos em dia 3. No lado ventilado, após um máximo atingido no dia 0, a pontuação da linha B diminui diariamente sem haver qualquer diferença significativa entre os dois grupos. As linhas B apareceram logo no dia 0 em 47 pacientes (83,9%) no lado excluído e em 52 pacientes (92,8%) no lado ventilado.

Portanto, esses resultados mostram o aparecimento de linhas B na maioria dos pacientes do lado operado e ventilado. Embora haja uma diminuição das linhas B já no primeiro dia no lado ventilado, o número de linhas B tende a aumentar diariamente no lado operado, especialmente em pacientes com complicações respiratórias.

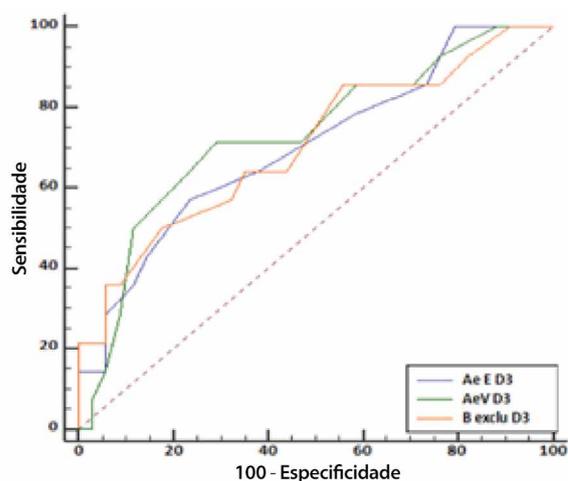


Figura 1 Curvas COR dos escores discriminativos de ultrassom pulmonar. Ae E D3, Escore de aeração do pulmão excluído no dia 3; AeV D3, pontuação de aeração do pulmão ventilado no Dia 3; B exclu D3, pontuação da linha B do pulmão excluído no Dia 3

Análise multivariada

Uma análise multivariada foi realizada integrando a pontuação de reeração no lado ventilado no dia 3, e a pontuação das linhas B no lado excluído no dia 3 e conclusão da videotoroscopia. A diferença entre os grupos de “complicações respiratórias” e “complicações não respiratórias” permaneceu significativa para o escore de reeração no lado ventilado no dia 3 com uma razão de possibilidades (OR) de 0,79 para um escore menor ou igual a 2. Também foi significativo para o escore da linha B no lado excluído no dia 3, com um OR de 1,24 para um escore maior que 6. No entanto, a diferença não foi mais significativa entre os dois grupos em relação à toracoscopia, apesar de um OR de 0,10 ($p = 0,0814 > 0,05$), provavelmente devido ao pequeno número de videotoroscopias realizadas. Esses resultados estão resumidos na Tabela 6.

Discussão

Esses resultados mostram que a ultrassonografia pulmonar pode auxiliar no diagnóstico de complicações respiratórias. De fato, um escore de linha B no lado excluído maior que 6, ou um escore de reeração no lado ventilado menor que 2 foram significativamente correlacionados com a ocorrência de uma complicação respiratória na análise multivariada. Isso mostra o interesse de um acompanhamento de ultrassom após a cirurgia pulmonar.

Até onde sabemos, a ultrassonografia nunca foi avaliada para a detecção de complicações respiratórias após cirurgia pulmonar. Goudie et al. compararam a ultrassonografia com a radiografia para o manejo de drenos pleurais após cirurgia torácica.⁸ Eles mostraram que a radiografia permanecia indispensável para a detecção de pneumotórax, mas focava na busca de líquido ou gases pleurais sem estudo do parênquima pulmonar.

Tabela 6 Análise multivariada

Fatores de complicação respiratória	p	Razão de possibilidades	IC95%
Pontuação de reaeração no pulmão ventilado no dia 3	0,0388	0,79	0,629-0,987
Pontuação das linhas B no pulmão excluído no Dia 3	0,0257	1,24	1,026-1,505
Videotoracoscopia	0,0814	0,10	0,007-1,334
ASC	0,84 [0,71-0,93]	-2 [-5;0,1]	0,0297*
Teste Hosmer-Lemeshow	0,7274		
Casos classificados corretamente	79,20%	0,5 [0;3,6]	0,7312
Dia 2	2,5 [1;4]	-1 [-2;3]	0,1040
Dia 3	3 [1;5]	-0,5 [-2;4]	0,0124*

As linhas B observadas pela ultrassonografia pulmonar podem refletir um espessamento do espaço intersticial ou uma perda de aeração das estruturas pleurais. Geralmente são o resultado de fenômenos inflamatórios, fibróticos, linfagíticos, hidrostático ou edema de lesão ou um distúrbio ventilatório (hipoventilação, microatelectasia).^{9,10}

Durante a cirurgia pulmonar, vários fatores contribuem para a alteração do parênquima pulmonar. No lado operado, o estresse cirúrgico, o colapso pulmonar e os fenômenos de isquemia-reperfusão relacionados à ventilação monopulmonar (VMP) são responsáveis pelas lesões parenquimatosas observadas.^{3,11} No lado ventilado, barotrauma e volutrauma secundários à VMP, agravados com o bloqueio e o uso de FiO₂s elevadas favorecendo o estresse oxidativo são discriminados.^{12,13} Esses fatores explicam que observamos Blines assim que saímos da sala de cirurgia em ambos os pulmões.

Para o cálculo do escore de reaeração, o dia 0 foi escolhido como referência por diversos motivos. Primeiro, o cálculo do escore de reaeração foi originalmente inventado para medir a evolução do ultrassom pulmonar para avaliar a eficácia de medidas terapêuticas, como antibiótico-terapia em pneumonia adquirida por ventilador 14 ou nível de PEEP durante SDRA.¹⁵ Pareceu mais relevante avaliar a evolução do pulmão após ela tinha sofrido o trauma da operação, ao invés de realizar uma comparação antes e depois da cirurgia sabendo das mudanças anatômicas que ela acarreta.

As pressões de platô medianas medidas durante este estudo foram de 23 cmH₂O para um volume atual baseado no peso corporal ideal teórico de 6,10 mL.kg⁻¹. Não houve diferença significativa entre os dois grupos nesses parâmetros. Vários autores têm promovido o uso da ventilação protetora durante a ventilação monopulmonar^{3,16} por analogia com o que poderia ser demonstrado na ventilação bipulmonar¹⁷ e durante a SDRA. No entanto, poucos estudos prospectivos compararam a ventilação de alto volume (> 8 mL.kg⁻¹ sem PEEP) com a ventilação protetora (baixo volume 4-6 mL.kg⁻¹ usando PEEP 5-10 cmH₂O) durante a ventilação monopulmonar. Em um estudo de coorte comparando a morbimortalidade antes e depois da introdução de um protocolo de ventilação protetor,

Lickers et al. encontraram uma diminuição na incidência de insuficiência respiratória aguda, atelectasia, admissão para cuidados intensivos e o tempo de internação após a introdução de tal protocolo.¹⁸ O uso de ventilação protetora não beneficia todos os pacientes, entretanto. Pode ser uma fonte de hipoxemia, particularmente em pacientes com distúrbio pulmonar obstrutivo grave, com PEEP extrínseca adicionando-se a PEEP intrínseca, e pode levar a um aumento no efeito shunt.³ Portanto, a assistência ventilatória pode ser responsável por várias modificações do parênquima pulmonar que podem ser observados por ultrassonografia pulmonar.

Durante a realização de ultrassom pós-operatório, curativos, enfisema subcutâneo ou dor associada à mobilização podem ter interferido na interpretação da imagem, principalmente do lado operado. Isso pode ter levado à perda de derrames pleurais visíveis na radiografia ou à subestimação dos escores da linha B. A ultrassonografia pulmonar continua sendo um exame facilmente realizado após a cirurgia torácica, mas é necessário conhecer suas armadilhas e limites para uma boa interpretação. Em nosso estudo, o aparecimento de anormalidades ultrassonográficas não foi anterior ao diagnóstico clínico da complicação. Isso pode ser atribuído a uma falta de força.

Em conclusão, a ultrassonografia pulmonar pode auxiliar no diagnóstico de complicações respiratórias após cirurgia torácica. Entretanto, o aparecimento dos sinais ultrassonográficos não precede o aparecimento dos sinais clínicos. É interessante notar que a maioria dos pacientes apresenta linhas B em ambos os pulmões após a cirurgia. Portanto, no contexto da cirurgia torácica, a ultrassonografia pulmonar parece-nos complementar à radiografia como auxílio diagnóstico, pois permite uma melhor exploração da via pulmonar. parênquima, enquanto a radiografia parece mais eficaz, nesse contexto, para o controle das trompas pleurais e o rastreamento do pneumotórax. O desenvolvimento de um escore de risco para a ocorrência de complicações respiratórias integrando parâmetros clínicos, radiográficos e ultrassonográficos determinados já no dia 1 poderia tornar possível detectar os pacientes com maior risco de complicação e propor uma estratégia de detecção e prevenção dessas complicações.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Apêndice A. Dados Suplementares

O material complementar relacionado a este artigo pode ser encontrado, na versão online, em doi: [10.1016 / j.bja-ne.2021.01.006](https://doi.org/10.1016/j.bja-ne.2021.01.006).

References

1. Fernandes EO, Teixeira C, Silva LCCD. Thoracic surgery: risk factors for postoperative complications of lung resection. *Rev Assoc Med Bras.* 2011;57:292---8.
2. Yao H-Y, Liu T-J, Lai H-C. Risk factors for intraoperative hypoxemia during monopulmonary ventilation: an observational study. *Rev Bras Anesthesiol.* 2019;69:390---5.
3. Lohser J. Evidence-based management of one-lung ventilation. *Anesthesiol Clin.* 2008;26:241---72.
4. Levitov A, Frankel HL, Blaivas M, et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients-Part II: Cardiac Ultrasonography. *Crit Care Med.* 2016;44:1206---27.
5. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004;100:9---15.
6. Brooke M, Walton J, Scutt D, et al. Acquisition and interpretation of focused diagnostic ultrasound images by ultrasound-naïve advanced paramedics: trialling a PHUS education programme. *Emerg Med J.* 2012;29:322---6.
7. See KC, Ong V, Wong SH, et al. Lung ultrasound training: curriculum implementation and learning trajectory among respiratory therapists. *Intensive Care Med.* 2016;42:63---71.
8. Goudie E, Bah I, Khreba M, et al. Prospective trial evaluating sonography after thoracic surgery in postoperative care and decision making. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41:1025---30.
9. Soldati G, Sher S. Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Minerva Anesthesiol.* 2009;75:509---17.
10. Soldati G, Copetti R, Sher S. Sonographic interstitial syndrome: the sound of lung water. *J Ultrasound Med.* 2009;28:163---74.
11. García-de-la-Asunción J, García-del-Olmo E, Perez-Griera J, et al. Oxidative lung injury correlates with one-lung ventilation time during pulmonary lobectomy: a study of exhaled breath condensate and blood. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48:e37---44.
12. Vidal Melo MF, Musch G, Kaczka DW. Pulmonary pathophysiology and lung mechanics in anesthesiology: a case-based overview. *Anesthesiol Clin.* 2012;30:759---84.
13. Oliviant Fisher A, Husain K, Wolfson MR, et al. Hyperoxia during one lung ventilation: inflammatory and oxidative responses. *Pediatr Pulmonol.* 2012;47:979---86.
14. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, et al. Ultrasound for “lung monitoring” of ventilated patients. *Anesthesiology.* 2015;122:437---47.
15. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, et al. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183:341---7.
16. Rocca Della G, Coccia C. Acute lung injury in thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology.* 2013;26:40---6.
17. Guay J, Ochroch EA. Intraoperative use of low volume ventilation to decrease postoperative mortality, mechanical ventilation, lengths of stay and lung injury in patients without acute lung injury. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015:CD011151.
18. Licker M, Diaper J, Villiger Y, et al. Impact of intraoperative lung-protective interventions in patients undergoing lung cancer surgery. *Crit Care.* 2009;13:R41.7