

Ausculta pulmonar em pacientes submetidos à ventilação mecânica: influência dos ajustes ventilatórios sobre a concordância e detecção dos ruídos adventícios

Pulmonary auscultation in patients undergoing mechanical ventilation: influence of ventilatory settings on the agreement and detection of adventitious breath sounds

SILVA, Paulo Eugênio¹; DUARTE, Antônio Carlos Magalhães²; ALMEIDA, Alessandro de Moura³; GOMES, Andrei Pinheiro⁴; SOUZA, Flaviane Ribeiro⁵; FERREIRA, Palmireno Pinheiro⁶.

Resumo

Introdução: A ausculta pulmonar é um método de avaliação comumente utilizado pelos fisioterapeutas para definir a conduta e avaliar a eficácia do tratamento empregado. Tornar este método diagnóstico mais preciso e reprodutível é importante para uma abordagem adequada. **Objetivos:** Avaliar o impacto de ajustes de fluxo e volume corrente na ventilação mecânica (VM) sobre o nível de detecção dos ruídos adventícios e da ausculta pulmonar em pacientes submetidos à ventilação mecânica. **Métodos:** Foi realizado um estudo observacional de corte transversal em que foram avaliados 23 pacientes submetidos à ventilação mecânica. A ausculta foi realizada, com estetoscópio acústico, por dois fisioterapeutas especialistas, com três diferentes ajustes no respirador: A1: volume corrente (VT) de 8 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A2: VT de 20 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A3: VT de 20 ml/kg e fluxo de 80 L/min. A concordância foi avaliada pelo Kappa ajustado para viés de prevalência (KAVP) onde: 0,00-0,20 = concordância pobre; 0,21-0,40 = regular; 0,41-0,60 = moderada; 0,61-0,80 = boa; 0,81- 1,00 = muito boa. A prevalência da detecção dos ruídos foi avaliada pelo Teste Q de Cochran e considerada estatisticamente significativa quando $P < 0,05$. **Resultados:** O maior valor de concordância interexaminador para roncos, crepitações finas, crepitações grossas e som brônquico foi respectivamente de $KAVP = 0,74$; $0,74$; $0,91$ e $0,39$ todos com $P < 0,05$. A análise da prevalência de detecção evidenciou que os roncos foram mais percebidos no A3 (33 detecções $P < 0,001$), as crepitações finas e grossas no A2, (23 e 7 detecções, $P < 0,001$ e $P < 0,05$, respectivamente) e som brônquico em A3 (31 detecções $P = 0,001$). **Conclusão:** Foi demonstrado que ajustes específicos nos parâmetros do respirador podem interferir no nível de concordância e na prevalência de detecção dos ruídos adventícios durante a ausculta pulmonar.

Palavras-chave: Auscultação; Respiração Artificial; Sons Respiratórios; Reprodutibilidade dos Testes; Modalidades de Fisioterapia.

¹ Hospital Universitário de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília/Distrito Federal, Brasil.

Email: pauloeugenio.bsb@gmail.com

² Hospital de doenças tropicais, Goiânia/Goiás, Brasil.

³ Hospital Universitário Professor Edgar Santos, Salvador/Bahia, Brasil.

⁴ Hospital Aliança, Salvador/Bahia, Brasil.

⁵ Hospital São Rafael, Salvador/Bahia, Brasil

⁶ Hospital Universitário Professor Edgar Santos, Salvador/Bahia, Brasil.

Abstract

Introduction: Pulmonary auscultation is an assessment method commonly used by physiotherapists to define the conduct and to evaluate treatment effectiveness. To deliver more appropriate therapeutics, it is necessary that pulmonary auscultation is precise and reproducible. **Objective:** To evaluate the influence of the mechanical ventilation settings (flow and tidal volume) on the level of agreement of auscultation and to investigate the impact on the detection of adventitious breath sounds in patients undergoing mechanical ventilation. **Methods:** It was conducted an observational study which evaluated 23 patients submitted to mechanical ventilation. Auscultation was performed with acoustic stethoscope for two expert physical therapists, with three settings on the ventilator parameters: A1: tidal volume (VT) 8 ml/kg and flow of 40 L/min; A2: VT 20 ml/kg and a flow of 40 l/min; A3: VT 20 ml/kg and flow 80 l/min. The agreement was assessed by Kappa adjusted for bias prevalence (KAVP). Agreement was deemed poor if scores ranged from 0.00 to 0.20, regular if ranged from 0.21 to 0.40, moderate if ranged from 0.41-0.60, good if ranged from 0.61 to 0.80 and very good if ranged from 0.81 to 1.00. The prevalence of adventitious sounds detection was evaluated by Cochran's Q Test and statistical significance set as $p < 0.05$. **Results:** Inter-observer agreement was of KAVP=0.74 for rhonchi; 0.74 for fine crackles, 0.91 for coarse crackles and 0.39 for bronchial sounds ($p < 0.05$ for all). The analysis of the prevalence for adventitious breath sound detection showed that the rhonchi were better perceived in A3 (33 detections $p < 0.001$), the fine and coarse crackles in A2 (23 and 7 detections, $p < 0.001$ and $p < 0.05$ respectively) and bronchial sounds in A3 (31 detections $p = 0.001$). **Conclusion:** It was demonstrated that specific adjustments on the ventilator parameters can influence the level of agreement and the prevalence of detection of adventitious sounds during pulmonary auscultation.

Keywords: Auscultation; Mechanical Ventilation; Respiratory Sounds; Reproducibility of Results; Physical Therapy Modalities.

Introdução

A ausculta pulmonar é uma ferramenta fundamental no processo de avaliação das doenças respiratórias¹. Esta é caracterizada como o método não invasivo mais importante para detectar patologias e alterações na função pulmonar². Além disso, a ausculta pulmonar permanece uma ferramenta fundamental no processo de avaliação dos pacientes submetidos à ventilação mecânica.

A presença de ruídos adventícios, somada a outros marcadores, guia a conduta terapêutica, fazendo com que o fisioterapeuta opte por terapia de higiene brônquica ou expansão pulmonar, por exemplo. A proficiência neste exame básico, nos dias atuais de contenção de custos, é crucial³.

A ausculta com o estetoscópio acústico pode gerar informações relevantes. Contudo, não há dúvidas quanto à baixa acurácia para diagnóstico clínico e sua considerável variabilidade intra e interexaminador⁴⁻⁷.

Estes fatos têm gerado desconfiança com relação aos achados auscultatórios e muitos autores têm questionado a sua utilidade clínica^{4,5,8}. A subjetividade na interpretação dos achados auscultatórios e a falta de controle sobre algumas variáveis confundidoras interferem nos laudos, diminuindo a detecção dos sons e o nível de concordância^{9,10}.

Os principais fatores que podem interferir nos achados da ausculta pulmonar são: o volume corrente^{11,12}, a velocidade do fluxo inspiratório^{13,14}, o posicionamento do paciente^{15,16} e a qualidade do estetoscópio¹⁷. Outro potencial fator confundidor é a discrepância na utilização da nomenclatura^{6,18}. Foi demonstrado que a nomenclatura dos sons respiratórios ainda é utilizada de forma equivocada e a padronização pode melhorar o nível de concordância¹⁹.

Assim, uma vez que a ausculta pulmonar influencia na tomada de decisão para as condutas de fisioterapia respiratória, há a necessidade de se aprimorar este exame. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto de ajustes de fluxo e volume corrente na ventilação mecânica (VM) sobre o nível de detecção dos ruídos adventícios e concordância da ausculta pulmonar em pacientes submetidos à ventilação mecânica. A hipótese deste estudo é que mesmo com o controle da maioria dos fatores confundidores, a ausculta pulmonar sofre grande impacto da percepção subjetiva dos examinadores. Além disso, acredita-se que ajustes ventilatórios com fluxo e volume elevados podem facilitar a detecção de ruídos gerados nas grandes vias aéreas e que ajustes com baixo fluxo e grandes volumes tenham impacto sobre a detecção dos ruídos produzidos nas pequenas vias aéreas.

Métodos

Foi realizado um estudo observacional de corte transversal com amostra de conveniência onde foram investigados 25 pacientes submetidos à VM internados na unidade de terapia intensiva (UTI) de um hospital terciário na cidade de Salvador, Bahia. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital Português da Bahia sob o nº 15/05. Todos os responsáveis pelos pacientes foram submetidos à apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido. Somente após a assinatura do termo, o estudo foi realizado.

Foram incluídos na pesquisa pacientes maiores de 18 anos, que se encontravam em VM, hemodinamicamente estáveis e que não necessitavam de *positive end-expiration pressure* (PEEP) maior que 8 cmH₂O. Foram excluídos do estudo pacientes com história prévia de pneumotórax ou que apresentassem qualquer contraindicação para aumento das pressões nas vias aéreas como: instabilidade hemodinâmica com pressão arterial média < 60 mmHg, doença pulmonar obstrutiva crônica com relato de bolhas enfisematosas e pressão intracraniana acima de 20 mmHg.

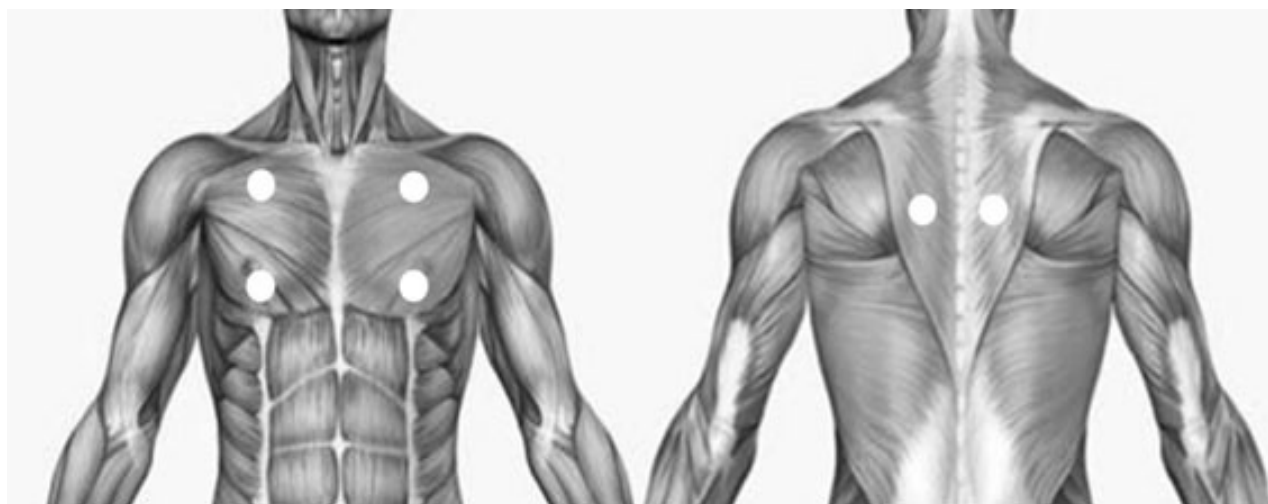
A ausculta foi efetivada por dois fisioterapeutas e um terceiro ajustou os parâmetros da ventilação mecânica. O exame auscultatório foi realizado em três ajustes distintos com relação aos parâmetros do ventilador em seis focos auscultatórios: na face anterior do tórax, no segundo e quinto espaços intercostais na linha médio-clavicular bilateralmente e na face posterior ao nível da quinta vértebra torácica na linha escapular média bilateralmente (Figura 1). Estas regiões anatômicas foram escolhidas, por serem comumente utilizadas na prática clínica.

O examinador A apresentava experiência em terapia intensiva de 20 anos e o examinador B, 3 anos. A nomenclatura utilizada neste trabalho foi baseada na recomendação do *American College of Chest Physicians* em parceria com a *American Thoracic Society*²⁰: murmúrio vesicular, som brônquico, sibilos, roncos, crepitações finas e grossas. Desta forma, a ficha de coleta foi composta pelas seguintes opções: roncos, crepitações finas, crepitações grossas, som brônquico, sibilos, murmúrio vesicular normal e murmúrio vesicular diminuído. A cada ajuste no respirador, os examinadores deveriam marcar todos os sons percebidos na ficha de avaliação e estes não tinham acesso às respostas do outro.

Para evitar mínimas mudanças nas condições clínicas e funcionais dos pacientes, a ausculta foi realizada em sequência entre os examinadores, em cada ajuste e sem intervalo entre os ajustes do ventilador. No primeiro ajuste (A1), o paciente foi auscultado com volume corrente (VT) de 8ml/kg com onda de fluxo quadrada de 40 L/min. No segundo ajuste (A2), o VT foi programado a 20 ml/kg com onda de fluxo quadrada e 40 L/min, porém, com pressão controlada em 40 cmH₂O. No terceiro ajuste (A3), o ventilador foi ajustado com VT de 20 ml/kg e onda de fluxo quadrada de 80 L/min,

também, com pressão controlada em 40 cmH₂O. Estas informações estão resumidas na Tabela 1. Todos os pacientes encontravam-se em ventilação mecânica no ventilador Evita II DURA (Dragger, Lubeck, Alemanha). Os pacientes encontrados em outra modalidade ventilatória eram colocados em modo volume controlado durante a avaliação. Foi utilizado como instrumento de ausculta um estetoscópio *Master Classic II*, (Littmann, Maplewood, Estados Unidos da América).

Figura 1 | Zonas de ausculta pulmonar.



Os círculos em branco representam as zonas onde a ausculta foi realizada: face anterior do tórax no segundo e quinto espaço intercostal na linha médio-clavicular bilateralmente e na face posterior ao nível da quinta vértebra torácica na linha escapular média bilateralmente.

Tabela 1 | Ajustes utilizados no respirador.

Ajuste	Volume Corrente	Onda de Fluxo	Fluxo
A1	8 ml/Kg	Quadrada	40 L/min
A2	20 ml/Kg	Quadrada	40 L/min
A3	20 ml/Kg	Quadrada	80 L/min

Análise Estatística

Para tabulação e análise dos dados, foi utilizado o programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versão 17.0 (SPSS Inc. Chicago, Estados Unidos da América) e o programa *Programs for EPIdemiologists* (PEPI) versão 4.0 (*School of Public Health and Community Medicine*, Jerusalém, Israel). Foi realizada análise descritiva das variáveis e determinadas as concordâncias interexaminadoras. Para determinação de tais concordâncias, utilizou-se a análise estatística do Kappa (K), calculando-se o valor de Kappa Não Ponderado (KNP), com intervalos de confiança de 95%, através do método exato binomial, e o valor de Kappa ajustado ao viés de prevalência (KAVP). Para o cálculo do índice

Kappa, utilizou-se a seguinte fórmula: $K = (Oc - Ec) / (N - Ec)$, onde K= Kappa, Oc é a concordância observada, Ec é a concordância esperada, e N é o número total de pares²¹. Todos estes valores, incluindo o índice kappa, foram fornecidos pelo programa estatístico PEPI versão 4.0. Os valores de KAVP foram considerados como valores de trabalho, uma vez que a prevalência de uma dada condição pode afetar o resultado final. Possuindo baixas prevalências, há tendência de se associar a baixos níveis de reprodutibilidade. Tal valor de Kappa é calculado substituindo-se os valores das categorias concordantes entre os examinadores por sua média, assim como os entre as categorias discordantes. O motivo pelo qual não foi possível o cálculo do kappa, para alguns diagnósticos, foi a ausência de resposta positiva. Para interpretação dos valores de Kappa, utilizou-se classificação ajustada de Landis e Koch 22: 0,00-0,20 = concordância pobre; 0,21-0,40 = regular; 0,41-0,60 = moderada; 0,61-0,80 = boa; 0,81- 1,00 = muito boa. Valores negativos foram considerados como equivalentes a zero. Existem formulações similares para a interpretação da magnitude do Kappa; porém, com diferenças discretas e a escolha é geralmente arbitrária²². Contudo, tal formulação foi escolhida devido à sua usual utilização em trabalhos científicos. A prevalência de detecção de cada som foi apresentada em percentual e a significância estatística foi mensurada pelo Teste Q de Cochran. Esta prevalência foi considerada estatisticamente significativa quando $P < 0,05$.

Resultados

Foram analisados 23 pacientes num total de 138 procedimentos de ausculta pulmonar, num período de seis meses. O número de pacientes inscritos na pesquisa foi de 25, dois deles foram excluídos por apresentarem hipotensão, no momento em que o VT foi elevado a 20ml/Kg, contabilizando uma amostra final de 23.

As principais características demográficas e clínicas estão descritas na Tabela 2. A amostra foi constituída, em sua maioria, por pacientes do sexo feminino. A média de idade foi $73,3 \pm 11,5$ anos. As doenças neurológicas foram o principal motivo de internação (30,4%).

Tabela 2 | Características demográficas e clínicas.

Características	N	%
Sexo		
Masculino	9	39,1
Feminino	14	60,9
Diagnóstico Clínico		
Acidente vascular encefálico	7	30,4
Congestão pulmonar	4	17,4
Derrame pleural	3	13,0
Pneumonia	3	13,0
Neoplasia	2	8,7
Revascularização do miocárdio	2	8,7
Edema agudo de pulmão	1	4,4
Hipertensão intra-abdominal	1	4,4
Idade (anos)		
Média \pm DP	73 \pm 11	

DP: (Desvio-Padrão)

Concordância Interexaminador

Os valores da concordância interexaminador estão expressos na Tabela 3. A concordância dos roncosp, comparada aos demais ajustes, passou de moderada para boa, quando a ausculta foi realizada no A1 ($K = 0,74$; $P < 0,001$). As crepitações finas apresentaram aumento na concordância, passando de pobre no A3 para boa no A2 ($K = 0,74$; $P < 0,001$). As crepitações grossas apresentaram melhor concordância, quando o paciente foi auscultado no A2, passando de regular no A3 para muito boa ($K = 0,91$; $P < 0,001$). O som brônquico apresentou concordância regular em todos os ajustes, sendo o maior valor em A1 ($K = 0,39$, $P < 0,05$). Os sibilos, murmúrio vesicular diminuído e normal não puderam ser analisados globalmente, devido à ausência do relato desses sons pelos observadores.

Tabela 3 | Concordância Interexaminador.

Variável	Exam A / Exam B	
Ruído Adventício	KAVP	P valor
Roncosp		
A1	0,74	$P < 0,001$
A2	0,48	$P < 0,05$
A3	0,57	$P < 0,001$
Crepitações finas		
A1	0,48	$P < 0,05$
A2	0,74	$P < 0,001$
A3	0,20	$P > 0,05$
Crepitações grossas		
A1	0,59	$P < 0,001$
A2	0,91	$P < 0,001$
A3	0,40	$P < 0,05$
Som Brônquico		
A1	0,39	$P < 0,05$
A2	0,30	$P > 0,05$
A3	0,22	$P > 0,05$
K MédioTotal	0,58	

A1: volume corrente de 8 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A2: volume corrente de 20 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A3: volume corrente de 20 ml/kg e fluxo de 80 L/min; KAVP: Kappa ajustado para viés de prevalência; Exam: examinador. Classificação ajustada de KAVP por Landis e Koch 22: 0,00-0,20 = concordância pobre; 0,21-0,40 = regular; 0,41-0,60 = moderada; 0,61-0,80 = boa; 0,81- 1,00 = muito boa.

Prevalência da Detecção

A prevalência da detecção dos sons pelos examinadores, de acordo com o ajuste do ventilador (A1, A2, A3), é demonstrada na Tabela 4. Os roncos foram mais percebidos no A3 (33 detecções, $P=0,00005$), as crepitações finas apresentaram-se mais perceptíveis no A2 (23 detecções, $P=0,00002$), mostrando assim o mesmo padrão das crepitações grossas, em que o A2 apresentou 7 detecções, $P=0,04$. Em relação ao som brônquico, a detecção foi maior em A3 (31 detecções, $P=0,001$).

Tabela 4 | Prevalência de detecção dos ruídos adventícios.

Ruídos Adventícios	Exam A	Exam B	Total	P valor
Roncos				
A1	13	12	25 (54%)	
A2	7	13	20 (43%)	
A3*	15	18	33 (72%)	$P<0,001$
Crepitações finas				
A1	7	7	14 (30%)	
A2*	13	10	23 (50%)	$P<0,001$
A3	4	5	9 (19%)	
Crepitações grossas				
A1	4	2	6 (13%)	
A2*	3	4	7 (15%)	$P<0,05$
A3	2	1	3 (6%)	
Som brônquico				
A1	12	13	25 (54%)	
A2	8	14	22 (47%)	
A3*	15	16	31 (67%)	$P=0,001$

A1: volume corrente de 8 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A2: volume corrente de 20 ml/kg e fluxo de 40 L/min; A3: volume corrente de 20 ml/kg e fluxo de 80 L/min.

*: maior taxa de detecção pelo somatório dos dois examinadores estatisticamente significativa pelo Teste Q de Cochran; %: percentual sobre 46 avaliações em cada ajuste realizadas pelos dois observadores.

Discussão

O presente estudo demonstrou que o estabelecimento de ajustes específicos na ventilação mecânica somado ao controle de variáveis confundidoras pode interferir na detecção de ruídos adventícios e no nível de concordância interexaminador da ausculta pulmonar.

Não foram encontrados na literatura estudos que analisassem a detecção e a concordância da ausculta pulmonar com estetoscópio acústico de pacientes em VM. Todos os trabalhos encontrados foram realizados em laboratórios de acústica com simulação do som, em modelos animais ou em pacientes respirando espontaneamente^{7,23-26}. Isso limita a extrapolação e comparação com os nossos resultados.

A avaliação da concordância dos examinadores com diferentes níveis de experiência foi determinada para tentar aproximar ao máximo a pesquisa da prática clínica. Contudo, em estudos anteriores, não foi demonstrado impacto do nível de experiência prévia, na acurácia e na confiabilidade da ausculta pulmonar^{6,10}. A taxa de detecção e o nível de concordância não sofrem interferência direta do grau de experiência dos examinadores, de fato, parecem estar mais relacionados com o treinamento prévio ao qual o profissional foi submetido^{6,11,27}. No presente estudo, o examinador B foi treinado pelo examinador A e isso pode ter influenciado positivamente nos valores encontrados de concordância.

A análise das taxas de prevalência da detecção dos ruídos adventícios demonstra que alterações nos ajustes da VM são capazes de interferir na avaliação da maioria dos sons. Isso ratifica as afirmações de que a padronização dos parâmetros ventilatórios é fundamental^{12,13,16,17}.

Spiteri et al.⁹ demonstraram que a concordância interexaminador em pacientes respirando espontaneamente apresentou baixos valores de Kappa, em que o som brônquico apresentou $K = 0,32$; e crepitações $K = 0,41$. Neste estudo, não foi solicitado aos examinadores definir a qualidade das crepitações como finas ou grossas, o que pode ter contribuído para elevar o nível de concordância para este som. Nós encontramos valores similares de concordância interexaminador para som brônquico no melhor ajuste (A1) com $K = 0,39$. Entretanto, mesmo com a necessidade de qualificação das crepitações, o presente estudo demonstrou melhor concordância interexaminador para as crepitações finas, $K = 0,74$ e crepitações grossas, $K = 0,91$ em A2. Assim, estes valores apresentam uma concordância boa e muito boa, respectivamente, diferente dos níveis moderados encontrados por Spiteri et al.⁹.

Kiyokawa et al.¹³ analisaram, em laboratório, a concordância intra e interexaminador das crepitações. Foram sintetizadas por um *software* crepitações finas e grossas e estas foram sobrepostas ao som respiratório gravado com um fluxo de 0L/s, 1L/s e 2L/s em voluntários saudáveis respirando espontaneamente num pletismógrafo. Os autores encontraram um kappa interexaminador superior a 0,6, o que corrobora com os nossos achados. Entretanto, apenas um som necessitava ser detectado e os examinadores, mais uma vez, não precisavam qualificar as crepitações, o que facilitou a detecção e a concordância. Este cenário pode ter aumentado os valores de concordância. Wilkins et al.²⁸ demonstram diminuição da concordância, quando foi solicitado aos examinadores classificar as crepitações.

Taxa de fluxo inspiratório e volume corrente são variáveis que interferem diferentemente na geração e propagação do som no sistema respiratório²⁹. Pasterkamp et al.²⁹ demonstram que: os roncos são gerados pela vibração das secreções nas grandes vias aéreas; as crepitações finas são geradas pela abertura de parênquima e pequenas vias aéreas colapsadas; as crepitações grossas são geradas nas pequenas vias aéreas pela explosão de pequenas bolhas de líquido ou secreção. Por fim, o som brônquico, que é gerado nas vias aéreas centrais, quando detectado na periferia, torna-se um ruído adventício pela não atenuação do som traqueal no parênquima colapsado. Baseado nestas informações, foi possível traçar estratégias para facilitar a percepção de cada som. Assim, com base nos presentes resultados, foi possível inferir que a taxa de detecção de sons gerados nas grandes vias

aéreas guarda correlação com o fluxo inspiratório e que a detecção dos sons gerados em pequenas vias aéreas e parênquima sofre maior interferência do volume corrente.

Sendo assim, a hipótese de que a maior detecção dos roncos seria vista com maiores taxas de fluxos e volume corrente (A3) foi confirmada. Isso ocorreu, provavelmente, pelo maior deslocamento e vibração das secreções nas grandes vias aéreas, provocando a geração deste ruído adventício.

Com base no mecanismo para a geração das crepitações, foi hipotetizado que estes sons seriam detectados com maiores volumes e fluxos mais baixos. Este fato foi confirmado com uma maior taxa de detecção, tanto das crepitações finas quanto das grossas no ajuste A2.

Jones et al.²³ demonstraram em modelo experimental que a gênese das crepitações grossas esteve intimamente relacionada com a viscosidade e a taxa de fluxo que atravessava o brônquio, visto que o som só foi gerado quando a taxa de fluxo foi capaz de provocar a explosão de bolhas no muco. Um tubo com diâmetro de 2 mm, simulando um brônquio segmentar, foi preenchido por géis de diferentes viscosidades e um fluxo foi acoplado para atravessar a estrutura. Foi demonstrado que quanto maior a taxa de fluxo e menor a viscosidade do muco mais crepitações grossas foram geradas. In vivo, este mecanismo ocorre de forma diferente, por maior que seja a taxa de fluxo nas grandes vias aéreas, esta tenderá a zero na periferia e o ruído gerado na região apical provocará sobreposição dos sons, dificultando a detecção das crepitações. Nossos achados corroboram com um estudo prévio, em que a maior taxa de fluxo inspiratório diminuiu a percepção das crepitações¹³.

A principal limitação do presente estudo está no fato de que não foi possível estabelecer níveis de acurácia, uma vez que não dispusemos do exame padrão ouro (*computerized respiratory sound analysis*). Além disso, o número pequeno da amostra, bem como as suas características clínicas, não permitiram avaliar todos os sons, por exemplo.: nenhum examinador detectou sibilos. Portanto, o impacto dos ajustes ventilatórios sobre este som não foi possível ser avaliado.

Conclusão

Foi demonstrado que ajustes específicos nos parâmetros do ventilador, somados ao controle de variáveis confundidoras, pode interferir no nível de concordância e na taxa de detecção dos ruídos adventícios, durante a ausculta pulmonar.

Contudo, o aumento na detecção dos ruídos adventícios não caracteriza a forma de ajuste da ventilação mecânica (A1, A2 ou A3) como mais ou menos adequada, uma vez que não foi possível estabelecer o nível de acurácia do exame. Os resultados apresentados abrem uma perspectiva para novos estudos. Pesquisas futuras devem avaliar o impacto dos ajustes descritos no nível de acurácia e desta forma determinar a melhor maneira de se realizar a ausculta pulmonar.

Referências

1. Murphy RL. In defense of the stethoscope. *Respir Care*. 2008 Mar;53(3):355-69.
2. Gross V, Dittmar A, Penzel T, Schüttler F, Von Wichert P. The relationship between normal lung sounds, age, and gender. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 Sep;162(3):905-9.
3. Mangione S, Duffy FD. The teaching of chest auscultation during primary care training: has anything changed in the 1990s? *Chest*. 2003 Oct;124(4):1430-6.

4. Russi EW. Lung auscultation - a useless ritual? *Swiss Med Wkly*. 2005 Sep 3;135(35-36):513-4.
5. Hubmayr RD. The times are a-changin': should we hang up the stethoscope? *Anesthesiology*. 2004;100(1):1-2.
6. Brooks D, Thomas J. Interrater reliability of auscultation of breath sounds among physical therapists. *Phys Ther*. 1995 Dec;75(12):1082-8.
7. Brooks D, Wilson L, Kelsey C. Accuracy and reliability of "specialized" physical therapists in auscultating tape-recorded lung sounds. *Physiother Can*. 1993 Winter;45(1):21-4.
8. Leuppi JD, Dieterle T, Koch G, Martina B, Tamm M, Perruchoud AP, et al. Diagnostic value of lung auscultation in an emergency room setting. *Swiss Med Wkly*. 2005 Sep 3;135(35-36):520-4.
9. Spiteri MA, Cook DG, Clarke SW. Reliability of eliciting physical signs in examination of the chest. *Lancet*. 1988 Apr 16;1(8590):873-5.
10. Allingame S, Williams T, Jenkins S, Tucker B. Accuracy and reliability of physiotherapists in the interpretation of tape-recorded lung sounds. *Aust J Physiother*. 1995;41(3):179-84.
11. Workum P, DelBono EA, Holford SK, Murphy RL Jr. Observer agreement, chest auscultation, and crackles in asbestos-exposed workers. *Chest*. 1986 Jan;89(1):27-9.
12. Bergstresser T, Ofengeim D, Vyshedskiy A, Shane J, Murphy R. Sound transmission in the lung as a function of lung volume. *J Appl Physiol*. 2002 Aug;93(2):667-74.
13. Kiyokawa H, Greenberg M, Shirota K, Pasterkamp H. Auditory detection of simulated crackles in breath sounds. *Chest*. 2001 Jun;119(6):1886-92.
14. Kraman SS. The relationship between airflow and lung sound amplitude in normal subjects. *Chest*. 1984 Aug;86(2):225-9.
15. Jones A, Jones RD, Kwong K, Burns Y. Effect of positioning on recorded lung sound intensities in subjects without pulmonary dysfunction. *Phys Ther*. 1999 Jul;79(7):682-90.
16. Fiz JA, Gnitecki J, Kraman SS, Wodicka GR, Pasterkamp H. Effect of body position on lung sounds in healthy young men. *Chest*. 2008 Mar;133(3):729-36.
17. Abella M, Formolo J, Penney DG. Comparison of the acoustic properties of six popular stethoscopes. *J Acoust Soc Am*. 1992 Apr;91(4 Pt 1):2224-8.
18. Forgacs P. The functional basis of pulmonary sounds. *Chest*. 1978 Mar;73(3):399-405.
19. Staszko KF, Lincho C, Engelke V da C, Fiori NS, Silva KC, Nunes EI, Zhang L. Pulmonary auscultation terminology employed in Brazilian medical journals between January of 1980 and December of 2003. *J Bras Pneumol*. 2006 Sep-Oct;32(5):400-4.
20. Laros KD. Diagnosis, definition and classification in chronic generalized respiratory disorder. A proposal to come to a manageable clinical classification system in the human being. An answer to the stimulating report of the ACCP-ATS joint committee on pulmonary nomenclature. *Respiration*. 1977;34(5):250-5.
21. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther*. 2005 Mar;85(3):257-68.

22. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977 Mar;33(1):159-74.
23. Jones AY, Jones RD, Kwong K, Burns Y. The effect on sound generation of varying both gas flow rate and the viscosity of sputum-like gel in a simple tubular model. *Lung*. 2000;178(1):31-40.
24. Vena A, Perchiazzi G, Giuliani R, Fiore T, Hedenstierna G. Acoustic effects of positive end-expiratory pressure on normal lung sounds in mechanically ventilated pigs. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006 Jan;26(1):45-53.
25. Peták F, Habre W, Babik B, Tolnai J, Hantos Z. Crackle-sound recording to monitor airway closure and recruitment in ventilated pigs. *Eur Respir J*. 2006 Apr;27(4):808-16.
26. Deguchi F, Hirakawa S, Gotoh K, Yagi Y, Ohshima S. Prognostic significance of posturally induced crackles. Long-term follow-up of patients after recovery from acute myocardial infarction. *Chest*. 1993 May;103(5):1457-62.
27. Mangione S, Nieman LZ. Pulmonary auscultatory skills during training in internal medicine and family practice. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Apr;159(4 Pt 1):1119-24.
28. Wilkins RL, Dexter JR, Murphy RL Jr, DelBono EA. Lung sound nomenclature survey. *Chest*. 1990 Oct;98(4):886-9.
29. Pasterkamp H, Kraman SS, Wodicka GR. Respiratory sounds. Advances beyond the stethoscope. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997 Sep;156(3 Pt 1):974-87.

Submissão em: 26/2/2016

Aceito em: 19/12/2016