



Universidade de Brasília
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas

**ACURÁCIA DA AUSCULTA PULMONAR NA DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES
NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO: UM
ESTUDO TRANSVERSAL DIAGNÓSTICO**

Glaciele Nascimento Xavier

Orientadora: Prof. Dra. Veronica Moreira Amado

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ventura Gaio dos Santos

Brasília

2014

Glaciele Nascimento Xavier

**ACURÁCIA DA AUSCULTA PULMONAR NA DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES
NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO: UM
ESTUDO TRANSVERSAL DIAGNÓSTICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília- UnB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Brasília

2014

Glaciele Nascimento Xavier

**ACURÁCIA DA AUSCULTA PULMONAR NA DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES
NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO: UM
ESTUDO TRANSVERSAL DIAGNÓSTICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília- UnB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Data de aprovação:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto de Assis Viegas

Prof. Dr. Sergio Ricardo Menezes Mateus

Prof. Dr. Sérgio Leite Rodrigues

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.

Simone de Beauvoir

Dedicatória
Á minha família

Agradecimentos

- Aos meus orientadores , Prof. Dra. Veronica Moreira Amado e Prof. Dr. Carlos Eduardo Ventura Gaio dos Santos , pelo incentivo, pelo apoio e pela orientação no processo de condução deste trabalho. Muito obrigado!
- Ao Prof. Dr. César Augusto Melo e Silva pela amizade, por todo aprendizado científico e as valiosas contribuições para finalização deste trabalho. Muito obrigado!
- Ao Prof. Antonio Carlos Magalhães Duarte pela presteza e pelos ensinamentos para que eu pudesse realizar esse trabalho.
- Á minha querida amiga, Karla Andreia Mëtte Waldrich Tauil, por toda amizade , companheirismo, apoio e auxílio tanto na minha vida pessoal quanto na minha vida acadêmica. Muito obrigado!
- À chefia da Unidade de terapia intensiva cirúrgica adulto do ICDF, por permitir a realização deste trabalho em suas dependências.
- A Dra. Amanda Robassini e Fisioterapeuta Camila Magalhães pela amizade, incentivo, presteza e gentileza na realização da avaliação clínica dos pacientes.
- A Fisioterapeuta supervisora do serviço de fisioterapia do ICDF, Michelle Bortoletto Flora , pela amizade , presteza , incentivo e pela flexibilização na minha jornada de trabalho para que eu pudesse realizar minhas atividades acadêmicas.
- Aos meus pais, Antonio Xavier e Maria Aparecida Nascimento, pelo amor incondicional e apoio em todos os momentos da minha vida.
- Ás minhas irmãs , Gláucia Nascimento e Glauciane Nascimento, por todo apoio e amor a mim dedicados.
- Ao amigo Marcos Fernandes pela amizade, incentivo e presteza de sempre. Muito obrigado!
- Á Deus por me permitir mais esta realização em minha vida e iluminar meus caminhos diariamente.
- Aos pacientes que participaram do estudo.

Resumo

Introdução: A ausculta pulmonar é um método amplamente utilizado na prática clínica para a avaliação e detecção de anormalidades do sistema respiratório, porém é um método subjetivo e que requer um nível elevado de experiência e boa acuidade auditiva do examinador. A mensuração das propriedades mecânicas do sistema respiratório à beira do leito é um método objetivo e de suma importância, não só para a monitorização dos pacientes, mas também para auxiliar na tomada de decisões terapêuticas na prática clínica e fisioterapêutica em unidades de terapia intensiva.

Objetivos: Avaliar a concordância entre os sons pulmonares e as propriedades mecânicas do sistema respiratório de pacientes no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, além de analisar a concordância entre os examinadores na avaliação deste exame clínico e também verificar quais as condutas terapêuticas são tomadas considerando os achados desse exame clínico em pacientes sob ventilação mecânica.

Métodos: As propriedades mecânicas do sistema respiratório de 200 pacientes sob ventilação mecânica no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca foram avaliadas através do método da oclusão rápida das vias aéreas ao final da inspiração. Em seguida, dois examinadores independentes realizaram a ausculta pulmonar nos pacientes em questão. Para a avaliação da concordância entre os sons respiratórios com as propriedades mecânicas do sistema respiratório, roncos e sibilos foram associados com o aumento da resistência do sistema respiratório (R_{rs}), (aumento de R_{rs} definido como ≥ 15 cmH₂O/L/s) e alterações no murmúrio vesicular e presença de crepitações foram relacionados à diminuição da complacência do sistema respiratório (C_{rs}) (diminuição da C_{rs} definidas como ≤ 50 mL/cmH₂O). As medidas de sensibilidade, especificidade, razões de verossimilhança positiva e negativa foram utilizados para a avaliação da acurácia da ausculta pulmonar na representação das alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório. A análise da concordância entre os observadores foi quantificada utilizando-se o índice de Kappa. As condutas terapêuticas foram descritas através da análise de distribuição de frequências.

Resultados: Foram avaliados 200 pacientes sob ventilação mecânica no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca (116 homens com idade média de 56 ± 11 anos). Houve uma concordância entre a presença de roncos e sibilos, com aumento de R_{rs} só para um examinador ($P = 0,001$) e o murmúrio vesicular e as crepitações não foram associados com a diminuição da C_{rs} ($P = 1,0$), independente do examinador. O

índice de Kappa foi de 0,2 ($P = 0,3$) para os sons relacionados com o aumento da R, rs e 0,6 ($P = 0,2$) para sons relacionados com a diminuição da C, rs .

Conclusão: A ausculta pulmonar não está associada com diminuição da C,rs de pacientes sob ventilação mecânica no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca e não houve concordância entre examinadores. Na maior parte das avaliações, os examinadores não tomariam nenhuma conduta terapêutica no momento em que os pacientes foram examinados.

Palavras-chaves: sons pulmonares, ausculta pulmonar, mecânica respiratória, ventilação mecânica, cirurgia cardíaca

Abstract

Introduction: Lung auscultation is a method widely used in the clinic for evaluation and detection of abnormalities of the respiratory system practice, but it is a subjective method that requires a high level of experience and good hearing acuity examiner. The evaluation of the mechanical properties of the respiratory system at the bedside is an objective and important method, not only for monitoring of patients, but also to assist in making treatment decisions in clinical practice and physical therapy in intensive care units.

Objectives: To evaluate the correlation between lung sounds and mechanical properties of the respiratory system of patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery, and analyze the agreement between examiners in the evaluation of this clinical examination and also check which therapeutic measures are taken considering the findings of this clinical examination in patients on mechanical ventilation.

Methods: Methods: The mechanical properties of the respiratory system of 200 mechanically ventilated patients in the immediate cardiac surgery postoperative period were evaluated using end-inspiratory airway occlusion method. Then two independent examiners evaluated these patients with pulmonary auscultation. To assess agreement between respiratory sounds with the mechanical properties of the respiratory system, snoring and wheezing were associated with increased respiratory system resistance (R_{rs}) (increase of R_{rs} , defined as ≥ 15 rs cmH₂O/L/s) and changes in breath sounds and presence of crackles were related to decreased respiratory system compliance (C_{rs}) (decrease in C_{rs} defined as ≤ 50 mL/cmH₂O). The measures of sensitivity, specificity, likelihood ratio for positive and negative tests were used to assess the accuracy of auscultation in the representation of changes in the mechanical properties of the respiratory system. The analysis of interobserver agreement was quantified using the Kappa index. Therapeutic procedures were described by analyzing the frequency distribution.

Results: We evaluated 200 patients on mechanical ventilation in the postoperative period of cardiac surgery (116 men, mean age (56 ± 11 years) There was a correlation between the presence of snoring and wheezing with increased R_{rs} only. to an examiner ($P = 0.001$) and breath sounds and crackles were not associated with decreased C_{rs} ($P = 1.0$), independent of the examiner. Kappa index was 0.2 ($P = 0, 3$) to the sounds

associated with the increase in R,rs, and 0.6 ($P = 0.2$) for sounds related to the decrease of C,rs.

Conclusion: Pulmonary auscultation is not associated with a decrease in C,rs of mechanically ventilated patients in the immediate postoperative cardiac surgery and there was no agreement between examiners. In most evaluations, examiners would not take any therapeutic procedures at the time the patients were examined.

Keywords: lung auscultation, lung sounds, respiratory mechanics, mechanical ventilator, cardiac surgery

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Resumo	ix
Abstract	ix
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Siglas e Abreviaturas	xiv
1 Introdução	16
2 Objetivos	27
2.1 Objetivo Geral.....	27
2.2 Objetivos Específicos	27
3 Material e Métodos	28
3.1 Análise Estatística	32
4 Resultados	33
5 Discussão	37
6 Conclusão	43
Referências Bibliográficas	45
Apêndice I	48
Anexo I	49

Lista de Figuras

- Figura 1 – Traçado representativo do volume corrente, do fluxo aéreo e da pressão traqueal em função do tempo durante um ciclo controlado, limitado a volume e ciclado a tempo com a oclusão das vias aéreas ao final da inspiração.....22
- Figura 2 – Fluxograma do delineamento do estudo.....31

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características clínicas e demográficas dos pacientes.....	33
Tabela 2- Valores das propriedades mecânicas do sistema respiratório e das pressões parciais arteriais de oxigênio e gás carbônico.....	34
Tabela 3- Valores da acurácia da ausculta pulmonar para detecção de alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório.....	35
Tabela 4- Nível de concordância entre os observadores para os sons pulmonares relacionados às alterações da Cst,rs e da R,rs	35
Tabela 5. Condutas terapêuticas sugeridas pelos examinadores baseadas nos achados da ausculta pulmonar.....	36

Lista de Siglas e Abreviaturas

CEC	Circulação extracorpórea
CNS/MS	Conselho Nacional de Saúde /Ministério da Saúde
CPP	Complicações pulmonares no pós-operatório
CPT	capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
C,rs	Complacência do sistema respiratório
Cst,rs	Complacência estática do sistema respiratório
CV	Capacidade vital
CVF	Capacidade vital forçada
DD	Decúbito dorsal
DP	Desvio padrão
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
E	Especificidade
FC	frequência cardíaca
FiO₂	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência Respiratória
ICDF	Instituto de Cardiologia do Distrito Federal
OMS	Organização mundial de saúde
P(A-a)	Gradiente alvéolo - arterial de oxigênio
Pa₀	Pressão de abertura das vias aéreas
PaCO₂	Pressão arterial parcial de gás carbônico
PAI	Pressão arterial invasiva
PaO₂	Pressão parcial arterial de oxigênio
PEEP	Pressão positiva ao final da expiração
PNI	Pressão não invasiva
POi	Pós – operatório imediato
Ppico	Pressão de pico inspiratória
Pplatô	Pressão de platô
Pres	Pressão Resistiva
Pva	Pressão das vias aéreas
RV-	Razão de verossimilhança negativa
RV+	Razão de verossimilhança positiva

R_{va} Resistência das vias aéreas

R_{rs} Resistência do sistema respiratório

SaO₂ Saturação arterial de oxigênio

SDRA Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

SIRS Síndrome da resposta inflamatória sistêmica

TCLE Termo de consentimento livre e esclarecido

TI Tempo inspiratório

UTI Unidade de terapia intensiva

V' Fluxo

VC Volume corrente

VCV Ventilação controlada a volume

VEF₁ Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo

1 Introdução

A ausculta pulmonar realizada com auxílio de um estetoscópio é um exame amplamente utilizado na prática clínica pelos profissionais de saúde por ser um método não invasivo, prático, de baixo custo e que possibilita a detecção precoce de anormalidades relacionadas ao sistema respiratório.¹⁻⁴ Porém, este método apresenta limitações por ser subjetivo, exigir um nível elevado de experiência e boa acuidade auditiva dos profissionais de saúde para detecção dos ruídos adventícios.^{2,5-8}

A audição dos sons que são produzidos no interior do tórax vem desde a antiguidade.^{9,10} As primeiras referências da utilização da ausculta para fins terapêuticos e diagnósticos são da época hipocrática (460 a 370 a.C).^{2,11,12} Nesse período a ausculta pulmonar era realizada encostando-se a orelha no tórax do paciente. Contudo, a utilização da ausculta direta era um procedimento que apresentava limitações e causava constrangimento ao médico durante a avaliação do paciente.¹³ Em 1816, o médico francês Renne Theophile Hyacinthe Laennec inventou o estetoscópio, uma descoberta que revolucionou a clínica pneumológica.^{2,12}

O primeiro estetoscópio construído por Lannec era de madeira,^{2,9} e para o seu aprimoramento, Laennec experimentou vários tipos de madeira e o marfim. Concluindo que as madeiras leves eram os materiais mais adequados.¹³ Dessa época até os dias atuais o estetoscópio passou por muitos avanços, o primeiro deles foi proposto por Dr. Adolphe Piorry (1794-1879). Seu estetoscópio possuía metade do tamanho do estetoscópio de Laennec, tinha a forma de trombeta e em cada extremidade continha uma peça de marfim que funcionava como um plexímetro.¹⁴

Dr. Charles James Blasius Williams (1805-1889) introduziu o estetoscópio biauricular. Este modelo era composto por uma peça torácica de mogno em forma de trombeta e sua extremidade era fixada com a um conector com outros dois conectores cilíndricos.¹⁴ Dr. George Philip Camman, em 1851 desenvolveu um modelo biauricular que facilmente se adaptava aos ouvidos e tinha a vantagem de poder ser carregado no bolso.¹⁴

Os avanços prosseguiram até que em 1961, Dr. David Littman, desenvolveu o modelo mais utilizado na prática médica até os dias atuais. O estetoscópio proposto por ele era de aço inoxidável, com tubo de tygon e composto por campânula e diafragma. Atualmente, além do aprimoramento dos materiais para a fabricação dos estetoscópios,

temos também o aprimoramento da acústica e a possibilidade de gravar os sons pulmonares com o a utilização dos estetoscópios eletrônicos.¹⁴

Laennec incorporou uma nova fonte de conhecimento à medicina e proporcionou muitas descobertas.¹⁵ Ele correlacionou suas observações obtidas por meio da ausculta mediada com os achados de necropsia.² Com a experiência adquirida por meio dessas observações, Laennec classificou as doenças cardiorrespiratórias. Os resultados deste trabalho, foram publicados em 1819 em sua obra intitulada *De l'Auscultation Médiante*, reconhecida como um dos grandes clássicos da literatura médica. A maior parte das nomenclaturas referentes à ausculta pulmonar provém dos achados de Laennec.¹⁵

Porém, mesmo após os avanços obtidos desde a época de Laennec, tanto no aprimoramento dos estetoscópios quanto nos conceitos relacionados à acústica pulmonar, a nomenclatura para definição dos sons pulmonares permanece imprecisa e a necessidade de uniformização dos termos é reconhecida.^{7,15} Neste contexto, estudos tem sido publicados na tentativa de uniformizar as terminologias utilizadas para o estudo e análise dos sons pulmonares.⁷ Apesar dos esforços para uniformização das terminologias empregadas observa-se que os profissionais de saúde diferem nas terminologias utilizadas para denominação dos sons pulmonares e relatam a ausculta pulmonar de maneira equivocada.^{7,15}

Os sons pulmonares são divididos em sons respiratórios normais e ruídos adventícios. Os sons pulmonares considerados normais são claramente auscultados durante a inspiração e apenas na fase inicial da expiração.⁷ Acusticamente são classificados em três diferentes níveis de frequências, baixa ($100 < 300$ Hz), média ($300 < 600$ Hz) e alta ($600 - 1200$ Hz).⁵ A origem desses sons está relacionada a turbulência do ar em nível dos brônquios lobares ou segmentares. Antigamente, eram descritos como som vesicular, porém essa terminologia não é mais recomendada, pois em nível alveolar o fluxo de ar é considerado zero, ou seja, sem possibilidade de gerar sons.^{7,16}

A presença de ruídos adventícios indica a presença de alguma anormalidade no sistema respiratório, seja na via aérea ou no parênquima pulmonar. As crepitações são sons ouvidos na inspiração e às vezes durante a expiração.^{5,7} São sons descontínuos, explosivos e de curta duração que ocorrem frequentemente nas doenças cardiorrespiratórias. São comumente descritos como crepitações finas e crepitações grossas.^{2,7}

As crepitações finas são ouvidas do meio para o final da fase inspiratória e são percebidas com maior precisão nas regiões dependentes do pulmão e não são transmitidas para a boca.⁷ Tem sua origem na abertura repentina das pequenas vias aéreas⁵ durante a inspiração sendo mantidas fechadas pelas forças de superfície durante a expiração anterior.⁷ Sua duração é menor que a das crepitações grossas, 5ms versus 15 ms e sua frequência varia entre 650 *versus* 350 Hertz (Hz).⁷

As crepitações grossas são sons originados nas vias aéreas centrais,⁵ podem ser ouvidos em qualquer região do pulmão, são transmitidas a boca e não são influenciadas pela gravidade como as crepitações finas.⁷ As crepitações grossas estão geralmente presentes nos pacientes com doenças obstrutivas, como na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), asma e bronquiectasia associados aos sibilos.⁷ Podem estar presentes também em pacientes com diagnóstico de pneumonia e nos pacientes com insuficiência cardíaca congestiva.⁷

Os sibilos são sons contínuos, de alta frequência. Podem estar presentes durante a inspiração, na expiração ou em ambas as fases do ciclo respiratório.⁷ Tem sua origem nas vias aéreas centrais e periféricas e podem sugerir limitação ao fluxo aéreo e obstrução das vias aéreas. Porém, os sibilos também podem estar ausentes se o fluxo aéreo for muito baixo, como por exemplo, na asma grave.⁷ Sua duração é maior que 100 ms e sua frequência é normalmente acima de 100 Hz.^{2,7}

Os roncos são sons que tem origem nas grandes vias aéreas e sugerem a presença de secreção. Sua duração é maior que 100 ms e sua frequência é normalmente menor que 300 Hz.⁷

Routineiramente, os profissionais de saúde, que atuam em unidades de terapia intensiva utilizam a ausculta pulmonar para a avaliação de seus pacientes, baseando-se muitas vezes nos ruídos adventícios para definição de uma conduta terapêutica.⁵

A utilização da ausculta pulmonar como método diagnóstico de alterações funcionais do sistema respiratório vem sendo questionada.^{4,16} Estudos mostram que outros parâmetros também devem ser avaliados na hora de uma tomada de decisão clínica no ambiente de terapia intensiva.¹⁶

A presença de ruídos adventícios, sem que haja alterações nas propriedades mecânicas do sistema respiratório, da oxigenação e/ou ventilação do paciente, não parece justificar por si só, critério para implementação de uma conduta terapêutica, seja uma terapia de expansão pulmonar, de higiene brônquica ou uma terapêutica broncodilatadora.^{16,17}

A avaliação das propriedades mecânicas do sistema respiratório e de seus componentes (pulmões e parede torácica) é de extrema importância para a prática clínica e fisioterápica, pois permite a avaliação das alterações funcionais do sistema respiratório.¹⁶ As propriedades mecânicas do pulmão e da parede torácica são afetadas individual ou conjuntamente, por diferentes condições patológicas e o impacto no desempenho mecânico do sistema respiratório resulta das relações entre elas.^{16,18,19}

Os modernos ventiladores mecânicos presentes nas unidades de terapia intensiva possuem uma monitorização contínua e em tempo real, demonstradas através das curvas das variáveis respiratórias como o fluxo respiratório (\dot{V}), do volume (V) e da pressão na abertura das vias aéreas (P_{a0}).²⁰

A pressão aplicada ao sistema respiratório do paciente resulta do somatório das pressões geradas pelo ventilador mecânico e da pressão produzida pelos músculos respiratórios (P_{mus}).²⁰ Nos pacientes sedados e/ou curarizados, a pressão mensurada na abertura das vias aéreas é igual à pressão gerada pelo ventilador mecânico.²⁰

Durante a inspiração, a energia proveniente dos músculos inspiratórios e/ou pelo ventilador mecânico é gerada para vencer a impedância do sistema respiratório, produzindo fluxo aéreo e alterações no volume pulmonar.²⁰

Os tecidos pulmonares e a parede torácica obedecem a Lei de Hooke, que afirma que um corpo é elástico quando mesmo submetido a uma força de distensão, deforma-se de maneira proporcional até que o seu limite elástico seja alcançado.²¹ A partir desse ponto, mesmo que a força de distensão continue sendo aplicada, o corpo não mais se deformará.²¹

Sendo assim, em condições fisiológicas, quanto maior a pressão gerada pelos músculos inspiratórios e/ou pelo ventilador mecânico, maior será o volume de ar inspirado.²⁰ A expiração acontece quando a força distensora para e os tecidos se retraem, retornando a sua posição original.²⁰

Nos pacientes em ventilação mecânica controlada, não há esforço respiratório, sendo assim, a P_{mus} é igual à zero.²⁰ A equação do modelo linear unicompartimental, também conhecida como equação do movimento do sistema respiratório,^{20,21} que representa essa interação é demonstrada matematicamente pela fórmula:

$$P_{va} = R_{va} \cdot \dot{V} + V / C_{sr} + PEEP$$

Onde a pressão positiva nas vias aéreas (Pva) nos pacientes em ventilação mecânica controlada, resulta da resposta pressórica do sistema respiratório em relação à insuflação dos gases através do ventilador mecânico.²⁰ A Pva pode ser dividida em pressão resistiva e a pressão elástica. A pressão elástica corresponde à pressão alveolar, portanto é calculada em condições de ausência de fluxo (\dot{V}).²⁰ A pressão elástica resulta da interação entre a complacência estática do sistema respiratório (Cst,rs) e do volume corrente inspirado (V). A pressão resistiva resulta da interação entre o fluxo e a resistência das vias aéreas (Rva).²⁰ A presença de um nível de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) também contribui para a composição final da pressão na via aérea. Matematicamente, a decomposição dos componentes das vias aéreas pode ser demonstrada pela fórmula:

$$\mathbf{Pva = Presistiva + Pelástica + PEEP - Pmus}$$

Para o cálculo das propriedades mecânicas do sistema respiratório nos pacientes em ventilação mecânica foi utilizado o modelo bicompartimental viscoelástico, proposto por Bates em 1985²², baseando nos estudos de Sharp em 1967²³ e Mout em 1955²⁴.

Num paciente sob ventilação mecânica, sendo ventilado com um volume corrente e um fluxo inspiratório constante, ao realizarmos uma oclusão rápida das vias aéreas ao final da inspiração, ocorrerá uma queda da pressão traqueal de um valor pré-oclusão até um ponto de inflexão ($\Delta P1$, rs), logo após ocorre uma queda ($\Delta P2$,rs) até que um platô é alcançado, como demonstrado na figura 1. O $\Delta P1$, rs reflete o componente resistivo, o $\Delta P2$, rs reflete as propriedades viscoelásticas do sistema respiratório. A pressão de platô (Pplatô) representa a pressão de recolhimento elástico do sistema respiratório.^{20,25,26}

A pressão de pico (Ppico) representa a soma das pressões que o ventilador mecânico necessita para vencer as propriedades resistivas e elásticas do sistema respiratório (vias aéreas e tubo endotraqueal).²⁰ O gradiente entre a Ppico e o ponto de inflexão é dependente do fluxo e da resistência das vias aéreas. Sendo assim, porém fatores que alteram a geometria e o lúmen das vias aéreas, tais como broncoespasmo, diâmetro interno do tubo endotraqueal e a presença de secreções podem afetar o valor da Ppico.²⁰

A resistência das vias aéreas (R_{va}) é caracterizada pela oposição à passagem do fluxo aéreo, e é mensurada com base nos princípios que regem a passagem de um fluido através de um tubo. A resistência de um tubo corresponde à razão entre a diferença de pressão (ΔP) entre as duas extremidades do tubo e a taxa de fluxo ($\Delta P/V'$).

Nos pacientes em ventilação mecânica, a resistências das vias aéreas é composta tanto pelas vias aéreas do paciente quanto pelo tubo endotraqueal, sendo denominada resistência total do sistema respiratório. Nos pacientes intubados, essa medida pode sofrer influência do diâmetro interno do tubo endotraqueal e da presença de fatores que contribuam para a obstrução ao fluxo aéreo.²⁰

A resistência da parede torácica chega a representar cerca de 30% da resistência total do sistema respiratório. A resistência à movimentação das moléculas que fazem parte da constituição da parede torácica também é uma fonte de dissipação de energia. Assim como na resistência pulmonar, a resistência da parede torácica é alta em baixos fluxos, porém a mesma tende a cair quando ocorre elevação na taxa de fluxo.

O rápido decréscimo da pressão resultante da oclusão rápida das vias aéreas ao final da inspiração pode ser atribuído ao componente viscoso do sistema respiratório, ou seja, a ausência de constantes de tempo.²⁶ A queda lenta, observada nessa sequência, é explicada pelas componentes viscoelástico e ausência de homogeneidade do sistema respiratório, o *stress relaxation* e o efeito *pendeluft*.^{20,26}

O *stress relaxation* é a propriedade que o tecido pulmonar tem de adaptação a uma força de estiramento mantido, demonstrando uma redução da tensão tecidual em função do tempo.²⁷ Sendo assim, quando o pulmão é insuflado e em seguida é realizada uma oclusão rápida das vias aéreas, o volume pulmonar inflado é mantido aprisionado nos pulmões. Porém a pressão gerada por esse volume se reduzirá progressivamente até que ocorra um equilíbrio na relação comprimento – tensão.

O efeito *pendeluft* consiste na redistribuição regional de pequenos volumes de gás de áreas de maior pressão para áreas de menor pressão, devido as diferentes constantes de tempo.²⁷

A complacência é a variação do volume (ΔV) para uma dada alteração de pressão (ΔP), ou seja, reflete a capacidade da distensão pulmonar. A elastância é o inverso da complacência ($E_{rs}=1/C_{rs}$), a saber, é a relação entre a variação de pressão e o volume mobilizado. A complacência estática do sistema respiratório (C_{st}) reflete as

alterações relacionadas ao parênquima pulmonar durante o desenvolvimento e evolução de uma doença respiratória.

Dentre os mecanismos que podem reduzir a complacência pulmonar, temos o colapso alveolar e doenças como a fibrose pulmonar. Já doenças como o enfisema pulmonar, que promovem a destruição das paredes alveolares, podem resultar em aumento ou redução da complacência pulmonar, a depender do ponto na curva pressão-volume onde a capacidade residual funcional (CRF) se encontra. Alteração na estrutura do gradil costal como ocorre na cifoescoliose ou a elevação do volume abdominal podem reduzir a complacência da caixa torácica.

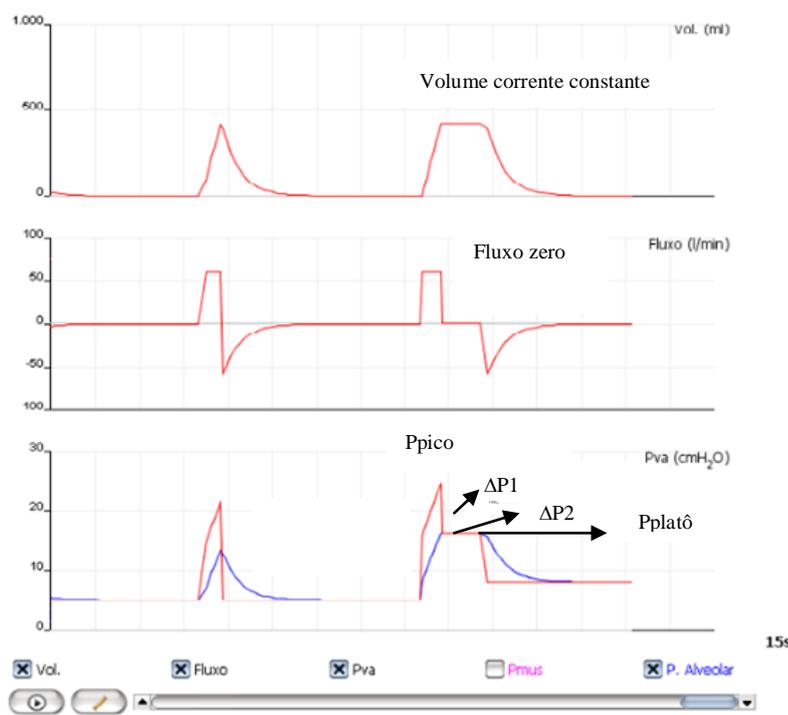


Figura 1. Traçado representativo do volume corrente, do fluxo aéreo e da pressão traqueal em função do tempo durante um ciclo controlado, limitado a volume e ciclado a tempo com a oclusão das vias aéreas ao final da inspiração. Estas curvas foram obtidas com o auxílio do simulador virtual de ventilação mecânica xlung® (*Pulmocenter, Brasil*).

No que se refere as cirurgias cardíacas, a mesma vem aumentando exponencialmente no mundo desde a década de 1950.²⁸ No Brasil foram realizadas 116.821 procedimentos no ano de 2008.²⁹ A prevalência de complicações pulmonares no período pós-operatório de cirurgia cardíaca varia de 8 a 79%, podendo ser atribuída a diversos fatores, como a hipotermia para proteção miocárdica, o uso da circulação

extracorpórea (CEC), o tipo de incisão e o tipo de enxerto utilizado na mesma.²⁸ A variação nas taxas de incidência das complicações pulmonares pode ser atribuída a aos diferentes critérios utilizados para a sua definição.²⁸

Os termos disfunção pulmonares e complicações pulmonares no período pós-operatório, são utilizados frequentemente na literatura como sinônimos, porém a distinção entre esses dois termos se faz necessária. Em seu estudo, Wynne e col²⁸ classificaram as disfunções pulmonares após a cirurgia cardíaca como as alterações que são esperadas na função pulmonar: aumento do trabalho respiratório, tosse ineficaz, a respiração superficial e a hipoxemia.

As disfunções pulmonares são inevitáveis e esperadas no período pós-operatório de cirurgia cardíaca. A disfunção pulmonar pode ou não evoluir para uma complicação pulmonar.^{28,30} A patogenia das disfunções pulmonares está associada tanto com anomalias nas trocas gasosas como com as alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório.^{27,28,31}

As alterações nas propriedades mecânicas dos pulmões cursam com a redução da capacidade vital (CV), da capacidade residual funcional (CRF) e das complacências dinâmica (C_{dyn}) e estática (C_{st}).²⁸

Já o termo complicações pulmonares refere-se, à associação da disfunção pulmonar sintomática e seus achados clínicos: as atelectasias, broncoespasmo, pneumonia, edema pulmonar e a insuficiência respiratória, cumprindo assim os critérios específicos para um diagnóstico particular.²⁸

Pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos sob anestesia geral apresentam frequentemente complicações pulmonares, eventualmente necessitando de suporte ventilatório mecânico por tempo prolongado. Essas complicações aumentam significativamente a morbimortalidade e o tempo de internação dos pacientes com consequente elevação dos custos hospitalares.^{28,32}

As complicações pulmonares têm sido relacionadas a 25% das mortes até o sexto dia de pós-operatório, principalmente nos pacientes com idade acima de 70 anos.³² Essas complicações estão relacionadas as doenças cardiopulmonares prévias, trauma causado pelo procedimento cirúrgico, circulação extracorpórea e efeitos anestésicos.³³

Na anestesia geral pode haver uma redução de 20 a 30% da capacidade residual funcional, o que predispõe o desenvolvimento de atelectasias, redução da complacência pulmonar e aumento da resistência vascular pulmonar.²⁸ Agentes anestésicos podem

reduzir a atividade dos músculos intercostais, contribuindo ainda mais para a redução da capacidade residual funcional e conseqüentemente piora das trocas gasosas.^{28,30,33}

O posicionamento do paciente no leito durante o período intraoperatório após a anestesia também contribui para a disfunção pulmonar. O paciente, durante o procedimento fica na posição supina, o que reduz o tônus muscular diafragmático, acarretando o deslocamento cefálico de sua porção posterior, decorrente do peso das vísceras abdominais, favorecendo à perda do volume pulmonar.²⁸

A esternotomia mediana prejudica a estabilidade torácica e contribui para a diminuição da complacência ou da expansibilidade torácica.^{28,30,34} Os pacientes submetidos a esse tipo de procedimento apresentam uma redução da capacidade residual funcional³² e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), que pode durar dias ou semanas. Essas alterações predisõem a diminuição do volume pulmonar e do fluxo aéreo em repouso, levando ao aparecimento de atelectasias, dificuldade na eliminação das secreções e conseqüentemente ao aumento do trabalho respiratório.

O tipo de enxerto utilizado na cirurgia também pode propiciar a disfunção pulmonar. Estudos mostram que a utilização do enxerto da artéria torácica interna esquerda para revascularização miocárdica, contribui para a redução da CRF e do VEF₁ e maior aparecimento de complicações pulmonares em comparação a utilização da veia safena.²⁸ As complicações devido à utilização desse enxerto na cirurgia de revascularização do miocárdio se devem à técnica de manipulação da artéria e a alta incidência de pleurotomia, que resulta em grande trauma torácico e dor no pós-operatório.³⁵

Devido à abertura da pleura parietal durante a dissecação da artéria torácica interna, há a necessidade de ao final da cirurgia de colocar um dreno pleural. A incisão para colocação deste dreno é na lateral do tórax e essa abertura juntamente com a dor causada pela irritação do periósteo costal e pela penetração da pleura parietal, resultará numa dor ventilatório- dependente no paciente.³⁵ Essa dor pode diminuir o volume corrente, podendo levar a piorar a hipoxemia devido à respiração superficial que este paciente apresentará.

A introdução da circulação extracorpórea (CEC) nas cirurgias cardíacas possibilitou que métodos artificiais fossem usados com sucesso para a substituição das funções pulmonares e cardíacas. As primeiras referências sobre a utilização de um método semelhante são do século XVIII, porém somente no final da década de 30 é que a CEC moderna foi estabelecida.

A circulação extracorpórea (CEC) é a causa de maior morbidade neste tipo de cirurgia. A CEC é responsável pelo desenvolvimento da síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), devido ao contato do sangue com as superfícies não endoteliais do circuito da CEC e das lesões de reperfusão, desencadeando a ativação do sistema complemento e liberação de citocinas pró-inflamatórias (6 e 8) e fator de necrose tumoral-alfa, levando ao aumento da permeabilidade vascular e extravasamento de líquido para o interstício pulmonar.

Nos pulmões, essas alterações reduzem a produção de surfactante alveolar e diminuem a capacidade de difusão gasosa através da membrana alvéolo capilar, contribuindo para surgimento de atelectasias, aumento do "shunt", redução da capacidade pulmonar total (CPT) e da complacência pulmonar.

A CEC pode comprometer a função diafragmática, pelo uso de soluções cardioplégicas que produzem lesões térmicas no nervo frênico. O frio pode causar redução da velocidade de condução neural e elevar o grau de disfunção diafragmática, consequentemente há uma redução dos volumes e capacidades pulmonares.^{28,30,31}

Após a CEC, pode haver um aumento da resistência vascular pulmonar, contribuindo para a disfunção ventricular direita no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. Essa complicação se deve, predominantemente, ao mecanismo de vasoconstrição hipóxica, causado pela ausência de ventilação durante a CEC.

A ventilação mecânica invasiva (VMI) é um suporte essencial no tratamento dos pacientes submetidos à cirurgia de grande porte com anestesia geral, porém a mesma pode levar ao agravamento do dano pulmonar causando a lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica.^{36,37} Estudos mostram que a modalidade de ventilação controlada está associada à com a rápida proteólise do diafragma, predispondo a atrofia e disfunção desse músculo.^{38,39} A atrofia e disfunção contrátil do diafragma pode ser observada em apenas 18 horas de ventilação controlada.³⁸ Essas alterações podem acarretar em um aumento do tempo do desmame ventilatório dos pacientes.

Aproximadamente 20 a 30% dos pacientes submetidos à cirurgia com a utilização de circulação extracorpórea necessitam de ventilação mecânica por mais de 48 horas. Lembrando que os pacientes cardiopatas que são submetidos a este tipo de cirurgia, frequentemente apresentam antecedentes de doenças pulmonares, pois muitos são ex-tabagistas. Cerca de 2% dos pacientes, podem evoluir com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), aumentando a taxa de mortalidade desses pacientes em 50%.^{28,31}

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é investigar a acurácia da ausculta pulmonar como método diagnóstico de alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório de pacientes submetidos à ventilação mecânica no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a acurácia da ausculta pulmonar como método diagnóstico das alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório em pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca em um hospital especializado.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a concordância entre examinadores na ausculta pulmonar nos pacientes em questão
- Verificar quais as condutas terapêuticas são realizadas pelos profissionais de saúde baseadas nos achados da ausculta pulmonar

3 Material e Métodos

Trata-se de um estudo transversal diagnóstico, realizado na unidade de terapia intensiva cirúrgica do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (ICDF). A amostra foi composta por 200 pacientes adultos, de ambos os gêneros, selecionados por conveniência, submetidos à cirurgia cardíaca no período de Janeiro a Dezembro de 2013.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (ICDF), com base na resolução Conselho nacional de saúde / Ministério da saúde (CNS/MS) número 196/96 sob o protocolo número 083/2011. Todos os pacientes incluídos no estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os critérios de inclusão adotados no estudo, foram:

- Pacientes adultos submetidos à cirurgia cardíaca para tratamento definitivo ou paliativo de cardiopatia, com ou sem circulação extracorpórea (CEC)
- Pacientes em uso de sedoanalgesia, bloqueador neuromuscular ou sob seus efeitos residuais
- Pontuação na escala de Ramsay igual a 6 (paciente dormindo, sem resposta a compressão glabellar ou a um estímulo sonoro auditivo)
- Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com incisão esternotomia mediana
- Sob uso de ventilação mecânica invasiva, modo ventilatório controlado a pressão ou volume
- Pacientes estáveis hemodinamicamente no momento da coleta de dados
- Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelo paciente e/ou responsável legal

Como critérios de exclusão, foram adotados os seguintes itens:

- Pacientes com tórax aberto
- Pacientes com pontuação abaixo de 6 pontos na Escala de Ramsay
- Pacientes com instabilidade hemodinâmica no momento da coleta de dados
- Pacientes que já tinham iniciado o processo de desmame ventilatório

- Não assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) pelo paciente e/ou responsável legal

A avaliação para o início do protocolo de pesquisa foi realizada a partir dos primeiros 20 minutos do período pós-operatório imediato (POi), contado a partir da chegada do paciente na unidade de terapia intensiva (UTI). Inicialmente, foi aplicada a Escala de Ramsay para avaliar o grau de sedação em que o paciente se encontrava (Anexo I). Concomitantemente, a ficha com os dados antropométricos dos pacientes, seus antecedentes pessoais, além de informações acerca da cirurgia eram preenchidos. Essas informações foram coletadas através da leitura do prontuário médico dos pacientes.

Após tais procedimentos, foram avaliadas as propriedades mecânicas do sistema respiratório dos pacientes pelo método de oclusão rápida das vias aéreas proposto por Bates²², que consiste na oclusão rápida das vias aéreas ao final da inspiração, com o paciente ventilando com fluxo e volume constantes. Após a pausa inspiratória, há uma queda da pressão traqueal de um valor pré-oclusão até um ponto de inflexão ($\Delta P1$, rs), logo após ocorre uma queda lenta ($\Delta P2$,rs) até que um platô é alcançado.^{20,25,26}

O $\Delta P1$ reflete a dissipação de energia nos componentes resistivos, $\Delta P2$ reflete a dissipação de energia nos componentes viscoelásticos do sistema respiratório e a pressão de platô representa a pressão de recolhimento elástico do sistema respiratório.^{20,25,26} Esse método fornece informações importantes por proporcionar a decomposição dos componentes pressóricos do sistema respiratório em resistivos, viscoelásticos e elásticos.

As propriedades mecânicas do sistema respiratório foram avaliadas com o paciente em decúbito dorsal (DD), cabeceira da maca elevada a 30 graus, paciente sem participação interativa com o respirador mecânico, no modo ventilatório volume controlado (VCV), volume corrente de 8 mL/kg de peso ideal, com fluxo inspiratório constante de 60 L/min, onda de fluxo quadrada, PEEP de 8 cmH₂O, tempo inspiratório (TI) de 1.2, frequência respiratória (FR) de 12 irpm para manter uma relação de inspiração:expiração de 1:2, fração inspirada de oxigênio (FiO₂) suficiente para manter saturação acima de 95%, pausa no final da inspiração de 3 segundos.²⁶

Para o cálculo da complacência estática do sistema respiratório (Cst,rs) o volume corrente foi dividido pela pressão platô subtraída da PEEP. O cálculo da pressão

resistiva do sistema respiratório (Pres) foi realizado através da subtração da pressão de pico da Pplatô. Os valores ≥ 15 cmH₂O de pressão resistiva foram considerados elevados e valores de Cst,rs ≤ 50 ml/cmH₂O foram considerados reduzidos.¹⁶

Com base nas definições de Pasterkamp e colaboradores⁴⁰, acerca da localização da origem dos sons respiratórios, e o critério utilizado para a classificação dos sons encontrados na ausculta pulmonar e seu referencial mecânico, consideramos:

- Sons pulmonares normais: murmúrio vesicular presente bilateralmente
- Sons relacionados com o aumento da resistência do sistema respiratório: sibilos e roncos
- Sons relacionados com a diminuição da complacência estática do sistema respiratório: murmúrio vesicular abolido e/ou diminuído e crepitações

Após o procedimento de aferição das propriedades mecânicas do sistema respiratório, foi realizada a ausculta pulmonar por 2 profissionais de saúde, sendo 1 médico e 1 fisioterapeuta convidados para participar do estudo.

Estes profissionais de saúde realizaram a ausculta pulmonar utilizando o estetoscópio presente no leito do paciente, um estetoscópio modelo *Littmann Classic II* (*Littmann, United States*). A ausculta pulmonar foi realizada com o paciente em decúbito dorsal (DD) e com elevação da cabeceira em 30 graus e com os mesmos parâmetros ventilatórios utilizados para a avaliação das propriedades mecânicas do sistema respiratório. Os pontos utilizados para a ausculta pulmonar foram as regiões anterior e lateral do tórax, 2º espaço intercostal, linha médio clavicular, região axilar e 4º espaço intercostal. Todos os pontos foram auscultados bilateralmente.⁶

Após a realização da ausculta pulmonar, cada profissional preencheu uma ficha destinada para a coleta de dados sobre a ausculta pulmonar encontrada e qual conduta terapêutica o profissional de saúde tomaria baseada no achado deste exame clínico. (Apêndice II). Os profissionais envolvidos no estudo não tinham conhecimento das respostas um do outro e nem dos resultados obtidos na avaliação das propriedades mecânicas do sistema respiratório. Na figura 2 está demonstrado o fluxograma com delineamento do estudo.

As variáveis hemodinâmicas frequência cardíaca (FC), pressão arterial invasiva (PAI) ou pressão arterial não invasiva (PNI) e a oximetria de pulso foram continuamente monitoradas com o auxílio do monitor multiparamétrico de sinais biológicos IntelliVue Philips MP 40/50 (*Philips, Germany*). Os ventiladores

mecânicos utilizados durante o período do estudo foram o Evita 2 dura e Evita 4 (Draeger Medical, Germany).

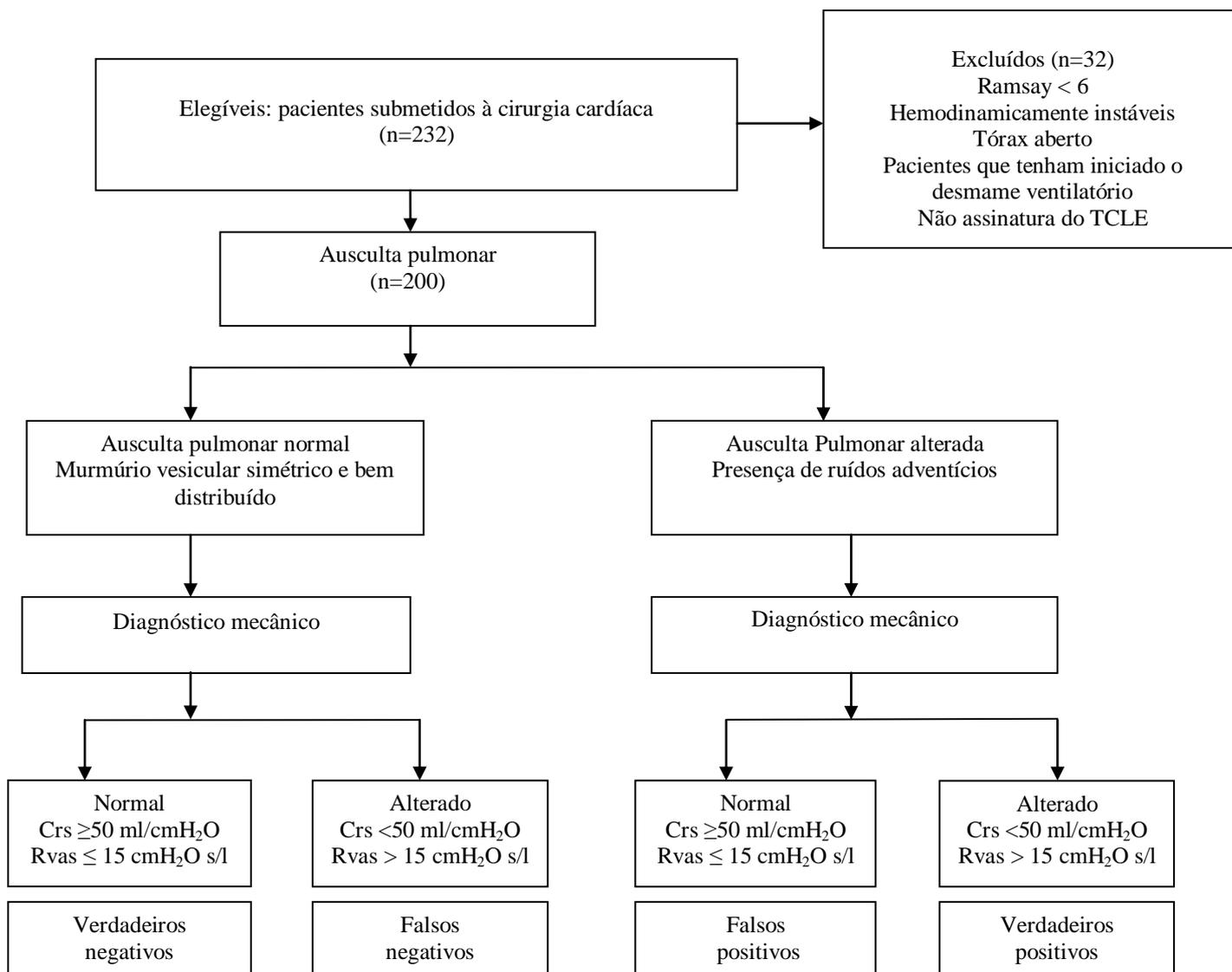


Figura 2- Fluxograma do delineamento do estudo

3.1 Análise Estatística

O cálculo da amostra foi definido assumindo um erro do tipo I de 5%, erro do tipo II de 20%, poder do estudo de 80% e de um tamanho do efeito de 50%. Para a categorização das variáveis contínuas quanto à distribuição na curva de Gauss em paramétricos e não paramétricos, foi realizada uma análise descritiva das medidas de dispersão, tendência central e distribuição, como também, através da aplicação do teste Kolmogorov-Smirnov.

As variáveis contínuas foram expressas em média \pm desvio padrão. As variáveis categóricas foram descritas em porcentagem. Para verificar a associação entre as variáveis foi aplicado o teste do Qui-Quadrado.

Para avaliação da acurácia da ausculta pulmonar na representação das alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório foram utilizadas as medidas de sensibilidade (S), especificidade (E), razão de verossimilhança positiva (RV+) e (RV-) negativa.

O índice de Kappa foi utilizado para avaliação da concordância entre os observadores. Um valor de Kappa entre $< 0-0,2$ caracterizou uma concordância muito fraca; entre $0,21-0,40$, uma concordância considerável; entre $0,41-0,60$, uma concordância moderada; entre $0,61-0,80$, uma concordância substancial e entre $0,80-1,0$ uma concordância perfeita; (Landis & Koch, 1977).^{41,42}

O nível de significância estabelecido para os achados dos testes bicaudais foi de 5%. Para a realização do tratamento estatístico foi utilizado o programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) para Windows, versão 17.

4 Resultados

Foram selecionados 200 pacientes no período de pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. O valor médio da idade dos pacientes avaliados foi de $56,9 \pm 11,7$ anos. Na amostra estudada, houve o predomínio do sexo masculino 116 (57,8%) e o número de mulheres que participou do estudo foi 84 (42,2%). O índice de massa corporal médio dos pacientes foi de $26,88 \pm 4,1$ kg/m² (Tabela 1).

Tabela 1. Características demográficas e clínicas da amostra em valores absolutos (N) e percentuais (P):

Gênero	N	Percentual
Feminino	84	42,2%
Masculino	116	57,8%
Idade (kg/cm²)		
< 60 anos	126	63%
≥ 60 anos	74	37%
IMC (Kg/m²)		
Normal	66	33%
Sobrepeso	82	41%
Obesos	52	26%
Comorbidades		
DPOC	5	2,5%
Tabagismo	52	26%
Tuberculose	2	1,0%
Nenhuma	141	70,5%
Tipo de cirurgia		
CRM	138	69,3%
Troca Valvar	50	25,1%
Plastia Valvar	2	1,0%
Correção de doenças da Artéria Aorta	5	2,5%
Atriosseptoplastia	3	1,5%
Ressecção de tumor intracardíaco	1	0,5%

IMC, índice de massa corporal; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; CRM cirurgia de revascularização do miocárdio;

Em relação à presença de comorbidades relacionadas ao sistema respiratório, 52 (26%) dos pacientes possuía histórico de tabagismo. Pacientes com DPOC representaram 5 (2,5%) da amostra estudada. A maior parte dos pacientes possuía o diagnóstico clínico de doença arterial coronariana (DAC), representando 137 (68,2%) da população do estudo. O procedimento cirúrgico mais realizado durante o período do estudo foi a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRVM), representando 138 (68,5%) do total de procedimentos. O tempo médio de circulação extracorpórea a que os pacientes foram submetidos em minutos foi de $95 \pm 0,3$.

Em relação às propriedades mecânicas do sistema respiratório obtidos no POi, o valor médio da complacência estática do sistema respiratório foi de $51,83 \pm 24,6$ ml/cmH₂O com valor máximo de 95 ml/cmH₂O e o mínimo de 21 ml/cmH₂O. O valor da resistência do sistema respiratório foi de $9,45 \pm 3,6$ cmH₂O s/l com valor máximo de 20 cmH₂O s/l e o mínimo de 4 cmH₂O s/l. Em relação à troca gasosa, a média do índice de oxigenação (PaO₂/FiO₂) dos pacientes avaliados foi de $229,5 \pm 67,2$ mmHg. Os valores das propriedades mecânicas do sistema respiratório, bem como das pressões parciais de oxigênio e de gás carbônico estão mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Valores das propriedades mecânicas do sistema respiratório e das pressões parciais arteriais de oxigênio e gás carbônico

Variável	Valores obtidos
Complacência estática (ml/cmH ₂ O)	$51,83 \pm 24,6$
Resistência (cmH ₂ O s/l)	$9,45 \pm 3,6$
pH	$7,34 \pm 0,6$
PaO ₂ (mmHg)	$135,93 \pm 39,7$
PaCO ₂ (mmHg)	$38,90 \pm 12,2$
Índice de Oxigenação (mmHg)	$229,50 \pm 67,2$

PaO₂ pressão arterial parcial de oxigênio; PaCO₂ pressão arterial parcial de gás carbônico;

Houve concordância entre a presença de roncos e sibilos, com aumento de R_{rs} para um examinador 1 (P = 0,001), o examinador 2 (P=0,08). Contudo o murmúrio vesicular e as crepitações não foram associados com a diminuição da C_{rs}, independentemente do examinador (P > 0,05).

Os sons pulmonares relacionados ao aumento resistência das vias aéreas, correspondente a pressão resistiva ≥ 15 cmH₂O e sons relacionados a diminuição da

complacência estática , a saber ≤ 50 ml / cmH₂O, e o seu desempenho na acurácia do diagnóstico nas alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório estão demonstrados na tabela 3.

Tabela 3. Acurácia da ausculta pulmonar na detecção de alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório

	S	E	RV+	RV-
MV e/ou crepitações	34,0% (28,3-40,1)	69,5% (61,7-76,4)	1,1 (1,0-1,2)	0,9 (0,8-1,2)
Roncos e/ou sibilos	47,0% (31,4-63,2)	53,0% (47,8-58,0)	1,0 (0,8-1,1)	0,9 (0,8-1,1)

MV: murmúrio vesicular alterado; S sensibilidade; E especificidade; RV+ Razão de verossimilhança positiva; RV- Razão de verossimilhança negativa ; os intervalos de confiança estão entre parênteses

Em relação à concordância entre os examinadores, o valor de índice de kappa demonstrou uma considerável na avaliação dos sons relacionados com o aumento da resistência das vias aéreas (R,rs) e concordância substancial para os sons relacionados com a diminuição da complacência estática (Cest). Na tabela 4 está demonstrado nível de concordância entre os observadores para os sons pulmonares relacionados às alterações da Cst e da R,rs.

Tabela 4. Nível de concordância entre os observadores para os sons pulmonares relacionados às alterações da Cest,rs e da R,rs.

	MV e/ou crepitações		Roncos e/ou sibilos	
	Kappa	P-valor	Kappa	P-valor
Fisioterapeuta x Médico	0,62	0,2	0,21	0,3

MV: Murmúrio vesicular

Em relação às condutas terapêuticas, que os profissionais adotariam baseados nos achados da ausculta pulmonar, na maior parte das avaliações, nenhum dos profissionais envolvidos no estudo adotaria um conduta terapêutica no momento em que os pacientes foram avaliados. Estes dados estão expressos na tabela 5.

Tabela 5. Conduas terapêuticas sugeridas pelos avaliadores baseadas nos achados da ausculta pulmonar em valores absolutos (N) e percentuais (P)

	Fisioterapeuta		Médico	
	N	Percentual (%)	N	Percentual (%)
Nenhuma	177	88,5%	185	93,0%
THB	13	6,5%	6	3,0%
TEP	10	5,0%	8	4,0%
TB	0	0%	0	0%

THB: Terapia de higiene brônquica; TEP: Terapia de expansão pulmonar; TB:Terapia Broncodilatadora

5 Discussão

A ausculta pulmonar não foi acurada na representação das alterações das propriedades mecânicas do sistema respiratório em pacientes no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, ou seja, o desempenho da ausculta pulmonar não representou os eventos que modificaram as cargas mecânicas do sistema respiratório dos pacientes avaliados.

As limitações da ausculta pulmonar são reconhecidas em vários estudos. Apesar de amplamente utilizada na prática clínica e fisioterapêutica, a ausculta pulmonar apresenta limitações, tais como: (i) é um método subjetivo; (ii) depende da experiência e da acuidade auditiva do examinador para a detecção dos ruídos adventícios.^{2,5,8}

Murphy em uma revisão realizada sobre os sons pulmonares apontaram outros fatores que interferem nos achados desse exame clínico, como a variabilidade entre os observadores,⁴³ a terminologia que ainda necessita de uma padronização e incorporação dos profissionais de saúde, entendimento inadequado dos mecanismos de produção dos sons e as suas correlações fisiológicas.⁴³

Em nosso estudo, todos os avaliadores utilizaram o mesmo estetoscópio para a avaliação do paciente. Para minimizar o possível viés de aferição relacionado às propriedades acústicas que variam de um instrumento para outro.

Na escolha de um estetoscópio, Beaumont^{44,45}, Murphy¹ recomendam que algumas características devem ser observadas. As duplas hastes biauriculares e as olivas devem se adaptar adequadamente ao canal auditivo e serem fáceis de remover e limpar. Em relação aos tubos, pode ser lado a lado ou um único tubo, porém o tubo único cria menos ruído ambiental quando comparado aos estetoscópios de dois tubos.^{44,45} A utilização do diafragma ou da campânula dependerá do lado que você deseja utilizar, lembrando que a campânula é melhor para audição de sons graves e o diafragma para audição de sons agudos, porque este atenua os sons de baixa frequência e deixa passar os de alta frequência. Todavia, todos os estetoscópios atenuam de alguma maneira atenuam os sons de alta frequência.^{44,45}

Estudos previamente realizados não demonstraram superioridade de um modelo sobre o outro em relação à acústica.⁴⁶ Um estudo demonstrou diferença quando comparados estetoscópios tradicionais com os eletrônicos.⁴⁷ O desempenho do estetoscópio eletrônico foi melhor.⁴⁷ Uma vantagem de estetoscópios eletrônicos é que eles podem aumentar o volume mais de 10 vezes em comparação com estetoscópios

acústicos, além de permitirem as gravações dos sons respiratórios para uma análise posterior.⁴⁴ O estetoscópio utilizado na prática clínica deve ser escolhido baseado em sua acústica e não somente na estética do modelo.

Um estudo realizado para avaliar a capacidade do ouvido humano para detectar as crepitações por meio da ausculta pulmonar, demonstrou alguns equívocos na detecção desses sons, demonstrando que a ausculta pulmonar não deve ser utilizada como única referência para validação desses sons.

Sestini e col⁴⁸ demonstraram que a complementação do ensino da ausculta pulmonar, utilizando além dos sons, o espectro do som gravado para posterior análise, aumentou o desempenho em relação à compreensão e aprendizagem dos estudantes. Pasterkamp⁴⁰ sugere o abandono da ausculta pulmonar como único senso de julgamento para laudos acústicos.

A ausculta respiratória é um método facilmente falsificável, ou seja, tanto o padrão respiratório dos pacientes, quanto os parâmetros ventilatórios programados no ventilador mecânico, podem influenciar os achados desse exame clínico.

O aumento do volume corrente tanto em pacientes em ventilação espontânea quanto em pacientes sob ventilação mecânica, influenciou a percepção dos examinadores quanto aos sons pulmonares quando avaliados por meio da ausculta pulmonar. Estudo previamente realizado por Duarte¹⁶ demonstrou uma modificação da acurácia desse exame clínico quando os pacientes foram avaliados por meio da ausculta pulmonar com diferentes volumes correntes, 8ml/kg e 20 ml/kg de peso ideal.

A mudança dos laudos acústicos em diferentes volumes correntes pode ser atribuída à possibilidade de redução da impedância do sistema respiratório, pois em altos volumes correntes pode haver recrutamento das unidades alveolares, com consequente aumento da complacência pulmonar. Ademais, o aumento no volume pulmonar afeta a transmissão acústica do sistema respiratório.⁴⁹ Estudos experimentais previamente realizados em indivíduos saudáveis demonstraram que o ar não é um bom meio para condução dos sons pulmonares.⁴⁹

No presente estudo foi utilizado um PEEP de 8 cmH₂O, conforme o protocolo da instituição onde o estudo foi realizado. O valor da PEEP também interfere na acústica dos sons pulmonares. Vena⁴⁹ em seu estudo demonstrou que aumentos no nível de PEEP reduzem a amplitude dos sons pulmonares e está fortemente associado ao aumento do volume pulmonar. Níveis de PEEP acima de 15 cmH₂O atenuam os sons

com frequências entre 75 e 600 Hz, enquanto níveis de PEEP acima de 10 cmH₂O atenua a faixas de frequências em torno de 150-600 Hz.

O posicionamento do paciente também pode ter influência nos sons pulmonares. A posição corporal pode interferir significativamente na dimensão das vias aéreas. O estreitamento das vias aéreas leva a uma redução do fluxo aéreo, o que produzirá um som que pode ser um indicador característico dessa alteração.⁵⁰ O ronco observado nos pacientes com síndrome da apneia obstrutiva do sono quando os mesmos estão dormindo na posição supina é um exemplo.⁵⁰

Nas crianças portadoras de laringomalácia o estridor é mais pronunciado quando as mesmas estão na posição supina quando comparada com a posição prona.^{50,51} Os pacientes com DPOC podem apresentar alterações no padrão de sibilância quando passam da posição supina para sentado.^{50,52} Nos pacientes asmáticos, a redução da capacidade residual funcional e do diâmetro das vias aéreas na posição supina, pode ser parcialmente responsável pelos sintomas da asma.^{50,53}

Nos indivíduos obesos, já está documentado que o aumento do peso estreita as vias aéreas. Isso predispõe ao aumento dos ruídos adventícios como o ronco e os sibilos. Este fato pode ser atribuído à redução do volume pulmonar e do estreitamento das vias aéreas.

No presente estudo, a ausculta pulmonar apresentou uma baixa acurácia para detecção das alterações relacionadas com a complacência estática do sistema respiratório, sendo assim, este exame clínico de acordo com os achados deste estudo, serviu para identificar os indivíduos que não apresentam alterações nas propriedades mecânicas do sistema respiratório.

O estudo da acústica pulmonar em conjunto com a análise espectral dos sons pulmonares é um campo em ascensão e que deve ser incorporada a prática clínica, pois mensurando a intensidade dos sons pulmonares normais, visualizando o espectro do som pulmonar normal e dos ruídos adventícios e sua relação com o fluxo de ar teremos informações além dos limites da ausculta pulmonar.

Em relação à prescrição de condutas terapêuticas baseada nos achados da ausculta pulmonar, no presente estudo, os examinadores na maior parte das avaliações, não indicariam nenhuma conduta terapêutica no momento em que os pacientes foram avaliados.

Estudos previamente realizados já chamavam a atenção para o fato da necessidade de que as ações terapêuticas em ambientes de terapia intensiva devem ser

precedidas de modificações de marcadores funcionais relacionados à troca gasosa e de alterações nas propriedades mecânicas do sistema respiratório.^{16,54}

O diagnóstico funcional propõe, analisa e esclarece o impacto funcional das doenças, e são essas alterações que devem conduzir as intervenções clínicas e fisioterapêuticas no ambiente de terapia intensiva.¹⁶ A inferência das alterações nas propriedades mecânicas do sistema respiratório permite a definição dos critérios para a escolha de uma terapia individualizada.

Kacmarek 1990⁵⁵ demonstrou a possibilidade de interpretação das modificações da impedância do sistema respiratório correlacionando-as com as alterações funcionais da complacência do sistema respiratório e da resistência das vias aéreas. Uma diminuição na complacência pulmonar pode indicar a presença de colapsos pulmonares, consolidação ou desenvolvimento da síndrome do desconforto respiratório.

Partindo desse ponto, um paciente que ao ser avaliado, apresente aumento das resistências das vias aéreas, deverá receber uma ação terapêutica para o tratamento dessa alteração, seja uma terapia farmacológica com agentes brondilatadores ou uma terapia de higiene brônquica para retirada de secreções pulmonares que possam obstruir a passagem do ar na via aérea artificial.

Em nosso estudo, 41% da amostra se encontrava com IMC classificado como sobrepeso, ou seja, estes pacientes já possuíam um fator de risco para o desenvolvimento das complicações pulmonares pós-operatórias. Tanto a desnutrição quanto a presença de obesidade são considerados fatores de risco para complicações pulmonares pós-operatórias.

A obesidade predispõe os pacientes à ocorrência de colapso pulmonares nas regiões basais do pulmão. Esta complicação pode diminuir a complacência pulmonar. A presença de grande quantidade de tecido adiposo pode aumentar a resistência das vias aéreas por proporcionar um aumento da rigidez torácica.

O tabagismo aumenta o risco de aparecimento de complicações pulmonares no pós-operatório (CPP). Este risco aumenta proporcionalmente em virtude da carga tabágica a que o paciente foi submetido. A recomendação é que os pacientes se abstenham do cigarro por um período de 8 semanas para redução dos efeitos nocivos do tabagismo.³²

Nos pacientes apresentaram redução da complacência estática no POi, essa redução pode ser atribuída ao acúmulo de líquido no interstício pulmonar e pela indução

da resposta inflamatória. A CEC também contribui para as alterações na complacência estática do sistema respiratório.

Outros fatores relacionados a essa alteração na complacência estática do sistema respiratório, são os procedimentos intraoperatórios, com a ventilação dos pacientes com baixos níveis de PEEP e volumes correntes baixos. Uma estratégia ventilatória com VC e PEEP baixos reduzem fenômenos como a hiperinsuflação e o auto-PEEP nos pacientes com doenças obstrutivas, porém pode favorecer a formação de colapsos pulmonares e de distúrbios na relação ventilação-perfusão.

Em nosso estudo foi observado uma redução dos valores da troca gasosa. Os fatores intraoperatórios como os efeitos induzidos pela CEC e os efeitos dos anestésicos no interstício pulmonar possivelmente estão relacionados a este fato. Outros fatores que contribuem para a hipoxemia no pós-operatório são as alterações na relação ventilação-perfusão, a hipoventilação, a redução da capacidade de difusão e o shunt.

O aumento do shunt pulmonar observados nos pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca pode ser explicado pela redução da complacência pulmonar e da capacidade vital forçada (CVF).

Na cirurgia cardíaca com utilização de CEC, o sangue entra em contato com uma superfície não endotelial, chamada de oxigenador. O contato do sangue com essa superfície desencadeia um efeito em cascata das cadeias enzimáticas, proporcionando uma liberação de citocinas inflamatórias, elevação da permeabilidade da membrana alvéolo-capilar, minimizando a produção do surfactante alveolar e dificultando a difusão pela membrana hematogásica, o que danifica os volumes pulmonares e em consequência a complacência pulmonar e as trocas gasosas. Baseado neste achado, esses pacientes devem ser ventilados com um valor de PEEP que seja ideal, com o objetivo de proporcionar um recrutamento alveolar para que a hipoxemia seja revertida no pós-operatório de cirurgia cardíaca.²⁷ Os pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, frequentemente apresentam uma redução do índice de troca gasosa.

No presente estudo, os pacientes com antecedentes de doenças pulmonares apresentaram complacência pulmonar reduzida, porém os valores encontrados nesses pacientes não diferiram dos pacientes sem doença pulmonar. A explicação para este fato, é que as alterações encontradas nas propriedades mecânicas do pacientes no POi estavam relacionadas aos fatores intraoperatórios.

Em relação à concordância entre os examinadores, estudos mostram uma baixa à moderada concordância entre os examinadores na realização da ausculta pulmonar,^{56,57}

mesmo entre examinadores experientes. Em nosso estudo achado, encontramos uma concordância considerável na avaliação dos sons relacionados com o aumento da resistência das vias aéreas (R_{rs}) e concordância substancial para os sons relacionados com a diminuição da complacência estática (C_{est}). Este fato tem implicações importantes, pois a ausculta pulmonar é uma ferramenta diagnóstica utilizada frequentemente para definição de condutas terapêuticas.

6 Considerações Finais

Pontos fortes do estudo

- Não há estudos prévios realizados em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca
- É um estudo de baixo custo, reprodutível e aplicável

Limitações

- O estudo foi realizado somente em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca
- Ausência de dados em relação ao pré-operatório
- Avaliação realizada somente no pós-operatório imediato
- Não foi mensurado os ruídos externos no momento da coleta de dados

7 Conclusão

A ausculta pulmonar não está associada com diminuição da C_{rs} de pacientes sob ventilação mecânica no período de pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca e não houve concordância entre examinadores na realização deste exame clínico. Na maior parte das avaliações realizadas, os examinadores não prescreveriam nenhuma conduta terapêutica no momento em que os pacientes foram examinados.

Referências Bibliográficas

1. Murphy RL: In defense of the stethoscope. *Respir Care* 2008; 53: 355-69
2. Ceresa CC, Johnston ID: Auscultation in the diagnosis of respiratory disease in the 21st century. *Postgrad Med J* 2008; 84: 393-4
3. Andrews JL, Badger TL: Lung sounds through the ages. From Hippocrates to Laënnec to Osler. *JAMA* 1979; 241: 2625-30
4. Marini JJ, Vincent JL, Wischmeyer P, Singer M, Gattinoni L, Ince C, Gan TJ: Our favorite unproven ideas for future critical care. *Crit Care* 2013; 17 Suppl 1: S9
5. Marques A, Bruton A, Barney A, Hall A: Are crackles an appropriate outcome measure for airway clearance therapy? *Respir Care* 2012; 57: 1468-75
6. Marques A, Bruton A, Barney A: The reliability of lung crackle characteristics in cystic fibrosis and bronchiectasis patients in a clinical setting. *Physiol Meas* 2009; 30: 903-12
7. Bohadana A, Izbicki G, Kraman SS: Fundamentals of lung auscultation. *N Engl J Med* 2014; 370: 744-51
8. Gurung A, Scrafford CG, Tielsch JM, Levine OS, Checkley W: Computerized lung sound analysis as diagnostic aid for the detection of abnormal lung sounds: a systematic review and meta-analysis. *Respir Med* 2011; 105: 1396-403
9. Thadepalli H: Women gave birth to the stethoscope: Laennec's introduction of the art of auscultation of the lung. *Clin Infect Dis* 2002; 35: 587-8
10. Peros-Golubicić T: [Lung auscultation: an old skill with new interpretation and terminology]. *Lijec Vjesn* 1994; 116: 308-14
11. Weitz HH, Mangione S: In defense of the stethoscope and the bedside. *Am J Med* 2000; 108: 669-71
12. Adolph RJ: In defense of the stethoscope. *Chest* 1998; 114: 1235-7
13. Cheng TO: How Laënnec invented the stethoscope. *Int J Cardiol* 2007; 118: 281-5
14. Ferraz AP, Soares BS, Terra DA, Lopes JA: A história do estetoscópio e da ausculta cardíaca. *Rev Med Minas Gerais*, 2011: 479-485
15. Staszko KF, Lincho C, Engelke VaC, 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; 32: 400-4
16. Duarte ACM: Ventilador além da ventilação: ventilador como instrumento da Fisioterapia na abordagem funcional [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2005
17. Pedersen CM, Rosendahl-Nielsen M, Hjerminde J, Egerod I: Endotracheal suctioning of the adult intubated patient--what is the evidence? *Intensive Crit Care Nurs* 2009; 25: 21-30
18. Barnas GM, Gilbert TB, Watson RJ, Sequeira AJ, Roitman K, Nooroni RJ: Respiratory mechanics in the open chest: effects of parietal pleurae. *Respir Physiol. Netherlands*, 1996, pp 63-70
19. Rocco PR, Negri EM, Kurtz PM, Vasconcellos FP, Silva GH, Capelozzi VL, Romero PV, Zin WA: Lung tissue mechanics and extracellular matrix remodeling in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1067-71
20. Lucangelo U, Bernabè F, Blanch L: Lung mechanics at the bedside: make it simple. *Curr Opin Crit Care* 2007; 13: 64-72
21. Faffe DS, Zin WA: Lung parenchymal mechanics in health and disease. *Physiol Rev. United States*, 2009, pp 759-75
22. Bates JH, Rossi A, Milic-Emili J: Analysis of the behavior of the respiratory system with constant inspiratory flow. *J Appl Physiol* 1985; 58: 1840-8

23. Sharp JT, Henry JP, Sweany SK, Meadows WR, Pietras RJ: Total Respiratory Inertance And Its Gas And Tissue Components In Normal And Obese Men. *J Clin Invest* 1964; 43: 503-9
24. Mount LE: The ventilation flow-resistance and compliance of rat lungs. *J Physiol* 1955; 127: 157-67
25. Antonaglia V, Peratoner A, De Simoni L, Gullo A, Milic-Emili J, Zin WA: Bedside assessment of respiratory viscoelastic properties in ventilated patients. *Eur Respir J* 2000; 16: 302-8
26. Henderson WR, Sheel AW: Pulmonary mechanics during mechanical ventilation. *Respir Physiol Neurobiol* 2012; 180: 162-72
27. Auler JO, Jr., Carmona MJ, Barbas CV, Saldiva PH, Malbouisson LM: The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients, *Braz J Med Biol Res. Brazil*, 2000, pp 31-42
28. Wynne R, Botti M: Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am J Crit Care* 2004; 13: 384-93
29. Braile DM, Gomes WJ: Evolução da cirurgia cardiovascular: a saga brasileira. Uma história de trabalho, pioneirismo e sucesso. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2010; 94: 151-152
30. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB: Respiratory physiotherapy in the pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2008; 23: 562-9
31. Ng CS, Wan S, Yim AP, Arifi AA: Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Chest* 2002; 121: 1269-77
32. Brooks-Brunn JA: Postoperative atelectasis and pneumonia. *Heart Lung* 1995; 24: 94-115
33. Auler JO, Jr., Zin WA, Caldeira MP, Cardoso WV, Saldiva PH: Pre- and postoperative inspiratory mechanics in ischemic and valvular heart disease. *Chest* 1987; 92: 984-90
34. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, Budzilowicz L, Cunningham JN: Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics. Comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts. *Chest* 1989; 96: 873-6
35. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Carvalho ACC, Jaramillo JJ et al: Efeitos do local de inserção do dreno pleural na função pulmonar no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2004; 19 : 47-54
36. Vidal Melo MF, Musch G, Kaczka DW: Pulmonary pathophysiology and lung mechanics in anesthesiology: a case-based overview. *Anesthesiol Clin* 2012; 30: 759-84
37. Schultz MJ: Pulmonary complications after cardiac surgery: ventilator associated lung injury?, *Med Sci Monit. Poland*, 2007 : 3-4
38. Gayan-Ramirez G, Decramer M: Effects of mechanical ventilation on diaphragm function and biology. *Eur Respir J* 2002; 20: 1579-86
39. Supinski G: Free radical induced respiratory muscle dysfunction. *Mol Cell Biochem* 1998; 179: 99-110
40. Pasterkamp H, Kraman SS, Wodicka GR: Respiratory sounds. Advances beyond the stethoscope. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 974-87
41. Landis JR, Koch GG: An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics* 1977; 33: 363-74
42. Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-74

43. Murphy RL: Auscultation of the lung: past lessons, future possibilities. *Thorax* 1981; 36: 99-107
44. Beaumont CE: Choosing the best stethoscope. *Nursing* 2007; 37 Suppl Med: 12-3
45. Beaumont CE: Choosing the best stethoscope. *Nursing* 2005; 35: 27-8
46. Abella M, Formolo J, Penney DG: Comparison of the acoustic properties of six popular stethoscopes. *J Acoust Soc Am* 1992; 91: 2224-8
47. Hoffmann C, Falzone E, Verret C, Pasquier P, Leclerc T, Donat N, Jost D, Mérat S, Maurice GeS, Lenoir B, Auroy Y, Tourtier JP: Brief report: pulmonary auscultation in the operating room: a prospective randomized blinded trial comparing electronic and conventional stethoscopes. *Anesth Analg* 2013; 117: 646-8
48. Sestini P, Renzoni E, Rossi M, Beltrami V, Vagliasindi M: Multimedia presentation of lung sounds as a learning aid for medical students. *Eur Respir J* 1995; 8: 783-8
49. 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; 26: 45-53
50. Fiz JA, Gnitecki J, Kraman SS, Wodicka GR, Pasterkamp H: Effect of body position on lung sounds in healthy young men. *Chest* 2008; 133: 729-36
51. Leung AK, Cho H: Diagnosis of stridor in children. *Am Fam Physician* 1999; 60: 2289-96
52. Popa V, Zumstein P: Wheezing triggered by dorsal decubitus: pulmonary function changes. *Respiration* 1993; 60: 257-63
53. Bohadana AB, Hannhart B, Teculescu DB: Nocturnal worsening of asthma and sleep-disordered breathing. *J Asthma* 2002; 39: 85-100
54. Hess DR: The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care* 2001; 46: 1276-93
55. Kacmareck R, Mack CM, Dimas S. *The essentials of respiratory therapy*. 3 ed. St Louis: Mosby-Year Book Inc; 1990
56. Wilkins RL, Dexter JR: Comparing RCPs to physicians for the description of lung sounds: are we accurate and can we communicate? *Respir Care* 1990; 35: 969-76
57. Brooks D, Thomas J: Interrater reliability of auscultation of breath sounds among physical therapists. *Phys Ther* 1995; 75: 1082-8

Apêndice I**Ficha para avaliação da Ausculta Pulmonar**

1- Identificação do Profissional de Saúde: () Avaliador 1 () Avaliador 2

2- Ausculta Pulmonar: Murmúrio Vesicular: () Presente () Ausente () Diminuído

3- Há presença de ruídos adventícios? () sim () não

Caso positivo, qual o ruído encontrado: () Sibilos () Roncos () Crepitações

4- Baseado nesta ausculta, você tomaria alguma conduta? () sim () não

Caso positivo: Qual seria a sua conduta?

() Terapia de higiene brônquica

() Terapia de expansão pulmonar

() Terapia broncodilatadora

Anexo I

Escala de Ramsay

1- Ansioso, agitado

2- Cooperativo, orientado e tranquilo

3- Dormindo, sonolento e respondendo fácil a comandos

4- Dormindo e respondendo a estímulo na glabella

5- Dormindo e respondendo lentamente a pressão na glabella

6- Dormindo e não respondendo sem resposta a compressão glabellar ou a um estímulo sonoro auditivo