



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA CLÍNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
MÉDICAS

LIEGINA SILVEIRA MARINHO

**EFEITOS DAS MUDANÇAS DE DECÚBITOS E DA VENTILAÇÃO NÃO
INVASIVA NA DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL
EM JOVENS E IDOSOS SAUDÁVEIS**

FORTALEZA

2019

**EFEITOS DAS MUDANÇAS DE DECÚBITOS E DA VENTILAÇÃO NÃO
INVASIVA NA DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL
EM JOVENS E IDOSOS SAUDÁVEIS**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências
Médicas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito à obtenção do
título de Doutor em Ciências Médicas
Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Alcantara Holanda

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silveira Marinho, Liegina.

Efeitos das mudanças de decúbitos e da ventilação não invasiva na distribuição da ventilação pulmonar regional em jovens e idosos saudáveis. / Liegina Silveira Marinho. – 2019.
87 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Alcantara Holanda.

1. Tomografia. 2. Impedância Elétrica. 3. Ventilação Não Invasiva. 4. Postura. 5. Idoso. I.
Título.

CDD 610

LIÉGINA SILVEIRA MARINHO

**EFEITOS DAS MUDANÇAS DE DECÚBITOS E DA VENTILAÇÃO NÃO
INVASIVA NA DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL
EM JOVENS E IDOSOS SAUDÁVEIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciências Médicas
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Alcantara Holanda

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Alcantara Holanda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dra. Andréa da Nóbrega Cirino Nogueira
Centro Universitário Estácio do Ceará, ESTÁCIO/FIC

Prof. Dr. Armenio Aguiar dos Santos
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dra. Eanes Delgado Barros Pereira
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Guilherme Pinheiro Ferreira da Silva
Universidade Fortaleza -UNIFOR

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela graça concedida de mais uma etapa vencida em minha vida, que me fez forte em meios as atribuições

Aos meus pais, Liduina Maria Silveira Marinho e Roque Feijó Marinho, eternos torcedores das minhas conquistas, o meu mais profundo sentimento de amor e gratidão pela entrega desmedida ao longo de toda a minha vida, por ter vivido comigo todos os meus sonhos e lutado incansavelmente para que eu pudesse realizá-los. Essa vitória é de vocês!

As minhas irmãs, Lidiene Silveira Marinho e Leny Marinhos, e minha família que foram o alicerce de amor para que eu pudesse seguir em frente.

A pessoa que acreditou no meu potencial e que me permitiu realizar esta tão sonhada etapa da minha vida, a quem eu devo muitos dos conhecimentos que adquiri durante esses anos, Prof. Dr. Marcelo Alcantara Holanda, o meu carinho e agradecimento. Sua competência e encantamento pela pesquisa sempre serão metas para quem o tem como mestre. Obrigada pela amizade e pelas lições.

Aos professores participantes da Banca Examinadora de Qualificação Prof. Dr. Vasco Pinheiro Diógenes Bastos e Prof. Dr. Arnaldo Aires Peixoto Júnior pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores participantes da Banca Examinadora de Defesa Prof. Dr. Armenio Aguiar dos Santos, Profa Dra. Andréa da Nóbrega Cirino Nogueira, Profa. Dra. Eanes Delgado Barros Pereira e Prof. Dr. Guilherme Pinheiro Ferreira da Silva que gentilmente aceitaram o convite para participar da banca examinadora desta Tese.

Aos professores Profa. Dra. Barbara Martins Soares Cruz e Prof. Dr. Mayron Faria de Oliveira por terem gentilmente aceitado participar da banca como suplentes.

Aos queridos amigos do Laboratório da respiração - RespLab, Betina Santos Tomaz, Juliana Arcanjo Lino, Luiza Gabriela de Carvalho Gomes Frota, e Suzy Maria Montenegro Pontes, por termos formado uma verdadeira equipe, lutado e vencido juntos e porque nossa união nos fez pessoas melhores. O apoio de vocês foi fundamental, muito obrigada!

Aos amigos que Deus colocou em minha vida e escolhi para conviver: Renata do Santos Vasconcelos, Clarissa Bentes de Araújo Magalhães, Luíz Henrique de Paula Melo, Raquel Pinto Sales e Alvaro Silva Romero meu muito obrigada.

Aos amigos de docência, em especial os professores Sandra Mary Silva Barbosa Ramos, Juliana Furtado Martins, Italine Maria de Oliveira Belizário, Ana Richelly Nunes Cardoso Rocha Adamo Figueiredo, Paula Natasha Rodrigues de Carvalho Valentin, Francisco Eliclécio Rodriguês, Antonio Vitor Lima, Meline Mesquita Carvalho, Marila Maia Lincoln Barreira, Denise da Vinha Riciere, Vera Lúcia Andrade Bahiense pelo apoio e incentivo constante.

Ao estatístico do Setor de Ensino dos Hospitais Universitários da Universidade Federal do Ceará, Antônio Brazil Viana Júnior pela paciência e contribuição na análise dos dados.

Às secretárias do departamento de Ciências Médicas, Ivone Mary Fontenele De Souza e Rita De Cássia De Almeida Antunes pela presteza, atenção e disponibilidade durante todo o curso de Doutorado.

Aos voluntário do estudo pela confiança, paciência, gentilezas.

Ninguém vence sozinho... OBRIGADA A TODOS!

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos.”

(Augusto Cury)

RESUMO

A heterogeneidade da distribuição da ventilação pulmonar regional (DVPR) pode ser influenciada por alterações posturais, aplicação de ventilação não invasiva (VNI) e envelhecimento. **Objetivo:** Avaliar os efeitos agudos da VNI, de mudanças de decúbitos, e a combinação dos dois, sobre a DVPR e parâmetros cardiorrespiratórios, em voluntários adultos jovens e idosos saudáveis, através de análise de imagens obtidas por tomografia de impedância elétrica (TIE). **Métodos:** Estudo aplicado, experimental, quantitativo, realizado em 10 jovens (26 ± 2 anos) e 10 idosos (65 ± 4 anos). A DVPR foi avaliada pela TIE em três condições respiratórias: respiração espontânea (RE), CPAP de $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ e BiPAP de $15/5 \text{ cmH}_2\text{O}$ nos decúbitos: dorsal (DD), ventral (DV), laterais direito (DLD) e esquerdo (DLE) em sequência randomizada. Foram estudados o % DVPR (em quatro quadrantes: anterior direito (QAD), posterior direito (QPD), anterior esquerdo (QAE) e posterior esquerdo (QPE) e os parâmetros cardiorrespiratórios (frequência respiratória (f), frequência cardíaca (FC), volume corrente (VC), volume minuto (VE), saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e a pressão de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO_2) por dez minutos. **Resultados:** A TIE demonstrou que as regiões dependentes dos pulmões são mais bem ventiladas durante a RE, com exceção do posicionamento em DV. Ambos os decúbitos laterais resultaram em maior redistribuição da ventilação para o pulmão dependente, principalmente para o pulmão direito (PD) em decúbito ipsilateral. Os idosos tiveram menos ventilação do pulmão esquerdo (PE) em comparação aos jovens. A VNI (CPAP e BiPAP) não alterou significativamente a DVPR em DV ou DD, enquanto aumentou significativamente a ventilação pulmonar dependente em ambos os decúbitos laterais em idosos. **Conclusões:** A TIE demonstrou a heterogeneidade e os efeitos da variação de diferentes decúbitos sobre a DVPR em voluntários jovens e idosos. No DD, em respiração espontânea, a DVPR foi direcionada para as regiões posteriores (dependentes) em relação às anteriores (não dependentes), enquanto em DV (posição prona), essa foi maior nos quadrantes posteriores do pulmão (região não dependente) nas três condições respiratórias avaliadas. A DVPR foi direcionada para o pulmão dependente nos decúbitos laterais direito e esquerdo,

nos dois grupos. No grupo idoso, a ventilação foi maior no pulmão direito do que no esquerdo padrão significativamente diferente do observado no grupo jovem. A VNI não alterou a DVPR nos DD e DV nos dois grupos. No grupo jovem, a VNI no modo BiPAP, redistribuiu a ventilação em DLD para o pulmão esquerdo, não dependente, em comparação com a RE. A VNI em modo CPAP no DLE intensificou a ventilação para o pulmão esquerdo, dependente, em comparação à RE. No grupo idoso, em DLE, a VNI (CPAP e BiPAP) aumentou de forma significativa a ventilação para o pulmão esquerdo (dependente). O grupo idoso apresentou menores valores de EtCO₂ do que o jovem em RE em DV, DLD e DLE mas não durante a VNI. A aplicação da VNI (CPAP e BiPAP) no grupo jovem, promoveu redução da EtCO₂ em todos os decúbitos. Estas alterações se acompanharam de um aumento significativo do VC e do VE no modo BiPAP.

Palavras-chaves: Tomografia. Impedância Elétrica. Ventilação Não Invasiva. Postura. Idoso.

ABSTRACT

The heterogeneity of the distribution of lung regional pulmonary ventilation (RDLV) may be influenced by postural changes, the application of noninvasive ventilation (NIV) and aging. **Objective:** To evaluate the acute effects of NIV, changes in decubitus, and the combination of the two, on the RDLV in healthy young adult volunteers through analysis of images obtained by electrical impedance tomography and of cardiorespiratory parameters. **Methods:** An experimental, quantitative study was carried out on 10 young people (26 ± 2 years) and 10 elderly (65 ± 4 years), healthy volunteers. DVPR was evaluated by TIE in three respiratory conditions: spontaneous breathing, with CPAP of 10cmH₂O and BiPAP of 15/5cmH₂O in the four decubitus: dorsal (DD), ventral (VD) and right (RLD) and left (LLE). The % DVR (in four quadrants: anterior right (RAQ), posterior right (RPQ), anterior left (LAQ) and posterior left (LPQ) and cardiorespiratory parameters (respiratory rate (f), heart rate (HR), tidal volume (VC), minute volume (VE), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and end-expired carbon dioxide (EtCO₂) pressure for ten minutes in a randomized sequence. **Results:** TIE reliably demonstrated that lung dependent regions are better ventilated during SB, with the exception of ventral decubitus positioning. Both lateral decubitus resulted in a greater redistribution of ventilation to the dependent lung, mainly to the right lung in decubitus. The elderly had less ventilation of the left lung compared to the young. NIV (CPAP and BIPAP) did not significantly alter the RVLV in supine or ventral decubitus, while significantly increased pulmonary ventilation dependent on both lateral decubitus in the elderly. **Conclusions:** The EIT demonstrated the heterogeneity and the effects of the variation of different decubitus on RDLV in young and elderly volunteers. In DD, in spontaneous breathing, RDLV was directed to the posterior (dependent) regions in relation to the previous (non-dependent) regions, while in VD (prone position), this was higher in the posterior quadrants of the lung (non-dependent region) in the three respiratory conditions. RDLV was directed to the dependent lung in the right and left lateral decubitus, in both groups. In the elderly group, ventilation was higher in the right lung than in the left lung significantly different from that observed in the young group. NIV did not alter RDLV in DD and VD in both groups In the young group, NIV in BiPAP mode redistributed ventilation in RLD to the non-

dependent left lung compared to SB. NIV in CPAP mode in DLE intensified ventilation for the left lung, dependent, compared to SB. In the elderly group in LLD, NIV (CPAP and BiPAP) significantly increased ventilation to the (dependent) left lung. The elderly group presented lower EtCO₂ values than the young ones in RE in VD, RLD and LLD but not during NIV. The application of NIV (CPAP and BiPAP) in the young group, promoted reduction of EtCO₂ in all decubits. These changes were accompanied by a significant increase in CV and LV in BiPAP mode.

Key-words: Tomography. Electrical Impedance. Non-invasive ventilation. Posture. Elderly.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ventilação por unidade de volume pulmonar	20
Figura 2.	Curva de complacência pulmonar (pressão x volume) e sua relação com as regiões pulmonares	22
Figura 3	Ventilação pulmonar regional através da comparação entre as imagens da tomografia computadorizada e as imagens da ressonância magnética.	23
Figura 4.	Figura esquemática das mudanças dos volumes pulmonares com o envelhecimento	28
Figura 5.	Fluxograma do estudo	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar por quadrante na respiração espontânea, nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.	43
Gráfico 2.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar por quadrante com aplicação de CPAP de 10cmH ₂ O, nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.	46
Gráfico 3.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito dorsal, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH ₂ O e BIPAP de 15/5cmH ₂ O, nos grupos jovem e idoso.	49
Gráfico 4.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, na modalidade BiPAP (15/5cmH ₂ O), nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.	50
Gráfico 5.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito ventral, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH ₂ O e BIPAP de 15/5cmH ₂ O nos grupos jovem e idoso.	51
Gráfico 6.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral direito, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH ₂ O e de BIPAP (15/5cmH ₂ O), nos grupos jovem e idoso.	52
Gráfico 7.	Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral esquerdo, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH ₂ O e BIPAP de 15/5cmH ₂ O, nos grupos jovem e idoso.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Médias e desvio padrão das características demográficas, antropométricas e espirométricas dos grupos jovens e idosos saudáveis.	40
Tabela 2.	Médias das variáveis cardiorrespiratórias.	54
Tabela 3.	Características demográficas, antropométricas e espirométricas dos participantes da pesquisa	73
Tabela 4.	Diferença estatística entre as medianas do percentual da ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatro decúbitos em respiração espontânea, dentro do grupo jovem e dentro do grupo idoso.	75
Tabela 5.	Diferença estatística entre as medianas do % da ventilação pulmonar regional por quadrante e nos quatro decúbitos, na respiração espontânea, entre os grupos jovem e idoso	76
Tabela 6.	Diferença estatística entre o % da ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatro decúbitos, na modalidade CPAP de 10cmH ₂ O, entre os grupos jovem e idoso.	77
Tabela 7.	Diferença estatística do % da ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatro decúbitos, no CPAP de 10cmH ₂ O, dentro dos grupos jovem e dentro do grupo idoso.	78
Tabela 8.	Diferença estatística entre o % da ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatro decúbitos, na modalidade BiPAP (15/5cmH ₂ O), entre os grupos jovem e idoso.	80
Tabela 9.	Diferença estatística do % da ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatro decúbitos, no BiPAP(15/5cmH ₂ O), dentro dos grupos jovem e dentro do grupo idoso.	81

Tabela 10.	Diferença estatística entre os decúbitos e o % da ventilação pulmonar regional por quadrante e em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH ₂ O e BIPAP de 15/5cmH ₂ O, para um mesmo decúbito, nos decúbitos laterais, nos grupos jovem e idoso.	83
Tabela 11.	Diferença estatística da concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO ₂) entre os grupos jovem e idoso.	84
Tabela 12.	Diferença estatística entre as variáveis nos quatros decúbitos para uma mesma condição respiratória.	85
Tabela 13.	Diferença estatística entre as variáveis em mesmo decúbito nas três condições respiratórias.	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BiPAP – Dois níveis de pressão positiva na via aérea
CPAP – Pressão positiva contínua na via aérea
CRF – Capacidade Residual Funcional
CVF – Capacidade Vital Forçada
DD – Decúbito Dorsal
DLD – Decúbito lateral direito
DLE – Decúbito lateral esquerdo
DV – Decúbito ventral
DVPR – Distribuição da ventilação pulmonar regional
EPAP – Pressão expiratória positiva em via aérea
EtCO₂ – Concentração de dióxido de carbono ao final da expiração
f – Frequência respiratória
FC – Frequência cardíaca
HUWC – Hospital Universitário Walter Cantídio
IPAP – Pressão inspiratória positiva em via aérea
IMC – Índice de massa corpórea
NAVA – Assistência ventilatória neuralmente ajustada
PEEP – Pressão expiratória final positiva
PSV – Ventilação com pressão de suporte
QAD – Quadrante anterior direito
QAE – Quadrante anterior esquerdo
QPD – Quadrante posterior direito
QPE – Quadrante posterior esquerdo
RE – Respiração espontânea
RESPLAB – Laboratório da Respiração
SDRA – Síndrome do desconforto respiratório agudo
SpO₂ – Saturação periférica de oxigênio
TIE – Tomografia de impedância elétrica
UFC – Universidade Federal do Ceará
VC – Volume corrente
VE – Volume minuto

VEF_1 – Volume expiratório forçado no primeiro segundo

ΔZ – Delta Z

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
L/min	Litro por minuto
bpm	Batimento por minuto
ml/kg	Mililitros por quilograma
rpm/ml/kg	Respiração por minuto por mililitro por quilograma
mmHg	Milímetros de mercúrio
cmH ₂ O	Centímetros de água
®	Marca Registrada

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
1.1.	A ventilação pulmonar regional	20
1.2.	Efeitos da postura sobre a ventilação pulmonar regional	23
1.3	Efeitos da idade sobre a ventilação pulmonar regional	26
1.4	Efeitos da ventilação não invasiva sobre a ventilação pulmonar regional	28
1.5	Aplicação da Tomografia de Impedância Elétrica (TIE) na ventilação pulmonar regional	30
2.0	OBJETIVOS	33
2.1	Objetivo Geral	33
2.2	Objetivos Específicos	33
3	METODOLOGIA	34
3.1	Tipo de estudo	34
3.2	Local e período do estudo	34
3.3	População e amostra	34
3.3.1	<i>Seleção dos pacientes</i>	34
3.3.1.1	<i>Critérios de inclusão e exclusão</i>	34
3.3.1.3	<i>Critérios de interrupção do experimento</i>	35

3.4	Aspectos éticos	35
3.5	Protocolo do estudo	35
3.6	Coleta de dados	36
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
4.	RESULTADOS	40
4.1	Características demográficas	40
4.2	Ventilação pulmonar regional	40
4.2.1.	<i>Respiração espontânea (RE)</i>	41
4.2.1.1	<i>Comparação intra e entre os grupos.</i>	41
4.2.2.	<i>Ventilação Não-Invasiva com CPAP de 10cmH2O</i>	43
4.2.2.1	<i>Comparações intra e entre os grupos.</i>	44
4.2.3.	<i>Ventilação Não-Invasiva com BiPAP</i>	46
4.2.3.1	<i>Comparações intra e entre os grupos</i>	46
4.3	Variáveis Cardiorrespiratórias	53
5.	DISCUSSÃO	57
6.	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICES	69

1 INTRODUÇÃO

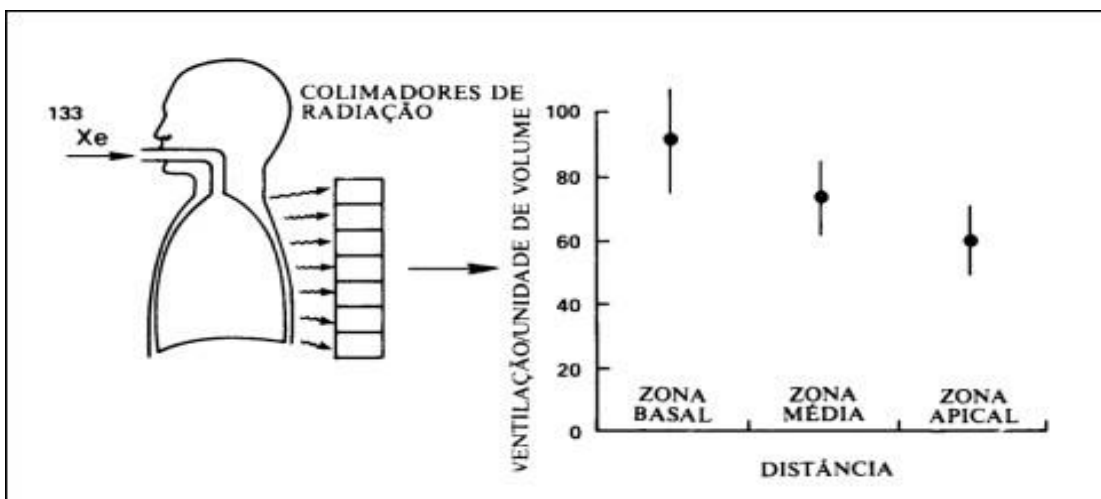
1.1 A ventilação pulmonar regional

A ventilação pulmonar não é distribuída igualmente no parênquima pulmonar. A heterogeneidade da ventilação muda de acordo com diversos fatores, a própria orientação crânio-caudal (anterior-posterior) e látero-lateral (direito e esquerdo), assim como as mudanças de decúbitos e o envelhecimento podem ocasionar alterações na distribuição da ventilação (FOWLER; CORNISH; KETY, 1952; MILIC-EMILI; HENDESON; KANELO, 1966).

Esta heterogeneidade foi bem descrita em meados do século 19 através de estudos com inalação de gases radioativos como, por exemplo, o xenônio (Xe^{133}), nas posições sentada e ortostática. O gás marcado com radiação, ao ser inspirado difunde-se para as várias regiões pulmonares. O xenônio, por ser um gás radioativo, permite a captação das imagens da ventilação pulmonar por um aparelho de colimação (FORENSE e BRYAN, 1974)

Forense e Bryan, em 1974, em estudo realizado com indivíduos saudáveis, sentados, respirando normalmente a partir da Capacidade Residual Funcional (CRF), em única respiração com o gás Xe^{133} , demonstraram que a ventilação nas zonas pulmonares inferiores foram mais ventiladas do que as regiões superiores, sendo a ventilação diminuída à medida que se aproxima do ápice pulmonar. Da mesma forma, West em 1978, estudou a complacência pulmonar e sua relação com a distribuição da ventilação nas regiões pulmonares através da inalação de xenônio. Foi demonstrado que a ventilação é maior na parte inferior do pulmão, e reduz progressivamente, em direção ao ápice, como mostra a FIGURA 1.

Figura 1- Ventilação por unidade de volume pulmonar.



Fonte: WEST, 1978.

As diferenças regionais da expansão pulmonar são atribuídas, principalmente, ao gradiente vertical da ventilação na posição sentada, e também, à pressão transpulmonar, e a curva de volume-pressão que varia de forma não uniforme ao longo do pulmão (MILIC-EMILI; HERDERSON; KANEKO, 1966; WEST, 1987).

O gradiente vertical da pressão pleural pode ser causado por vários mecanismos fisiológicos, tais como as diferenças nas estruturas anatômicas dos pulmões, geometria fractal da árvore brônquica com suas ramificações assimétricas, que favorecem à heterogeneidade da ventilação pulmonar, tanto em indivíduos saudáveis, como naqueles com doenças respiratórias. Outro fator, é o próprio peso dos pulmões, que influencia o grau de aeração dos alvéolos, principalmente nos alvéolos das bases que se encontram menos aerados em comparação aos alvéolos dos ápices (KANEKO et al., 1966; MILLIC-EMILI et al, 1966; GLAZIER, 1967; GALVIN; DRUMMOND; NIRMALAN, 2007).

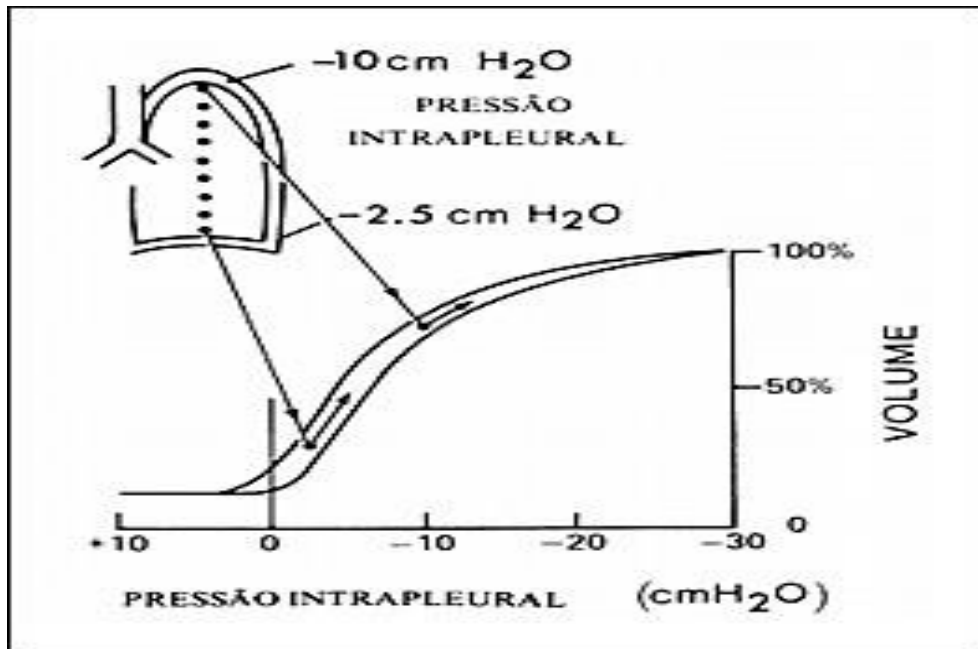
A gravidade parece ser um importante fator responsável pela variação de ventilação pulmonar, porém, ela não é o único (GALVIN; DRUMMOND; NIRMALAN, 2007). A complacência pulmonar, ou seja, capacidade de um pulmão tem de se expandir devido a pressão gerada pelo volume de gases, é um outro fator importante da heterogeneidade da ventilação (GLENNY, 2009).

De modo mais didático, o comportamento da complacência pulmonar pode ser explicado da seguinte forma: se pensarmos na complacência de duas áreas pulmonares, uma bem ventilada e a outra pouco ventilada, ao iniciar a inspiração o fluxo de gás será distribuído para as duas áreas, porém elas receberão quantidades diferentes de gás, devido, a estrutura na área que se encontra bem ventilada e não comporta receber uma grande quantidade de gás, diferente da área menos ventilada, que poderá receber um percentual maior de ventilação.

Ao combinar o gradiente vertical da pressão pleural e a curva de volume-pressão (complacência) podemos entender as diferenças regionais de distribuição da ventilação. West (1978) demonstra o modelo mecânico da curva de complacência pulmonar (pressão x volume) e sua relação com as regiões pulmonares. A complacência das diversas áreas pulmonares é diferente e pode ser ocasionada por diversos fatores, como por exemplo a gravidade. A base pulmonar encontra-se na faixa ideal da curva de complacência, visto que, seu alvéolos estarão com menor pressão favorecendo maior ventilação nesta área. O ápice pulmonar está na região de menor complacência da curva favorecendo ao processo inverso (FIGURA 2) (WEST, 1978).

A FIGURA 2 mostra a curva de complacência pulmonar (pressão x volume) e sua relação com as regiões pulmonares.

Figura 2 - Curva de complacência pulmonar (pressão x volume) e sua relação com as regiões pulmonares.



Fonte: WEST, 1978.

ESTA curva pressão-volume pulmonar não segue um modelo linear, o pulmão tende a ficar mais rígido em altos volumes pulmonares e menos rígido a baixos volumes. Analisando a curva de complacência alveolar e a relação com a pressão pleural (demonstrada na FIGURA 2), observamos que a pressão pleural é menos negativa nas bases, ou seja o peso do pulmão pode estar influenciando de modo a fazer com que os alvéolos não estejam tão cheio de gás no intervalo entre a inspiração e expiração. Conseqüentemente, os alvéolos terão um volume menor em repouso. Porém, ao iniciar a inspiração, a base pulmonar sofre pequenas variações de pressão pleural que ocasionam grandes mudanças de volume alveolar, pois esta se encontra numa ótima região da sua curva de complacência em comparação com as unidades alveolares mais apicais. Contudo, como a pressão pleural é mais negativa nos ápices pulmonares, durante o repouso, os alvéolos dessa região têm um volume maior por estarem mais aerados e por se encontrarem numa faixa desfavorável da sua curva de complacência, ocasionando uma menor variação de volume em resposta à variação de pressão pleural quando comparada àquela observada nas unidades alveolares das bases (MILIC-EMILI et al., 1966; MILIC-EMILI; HERDERSON; KANEKO, 1966; WEST, 1978).

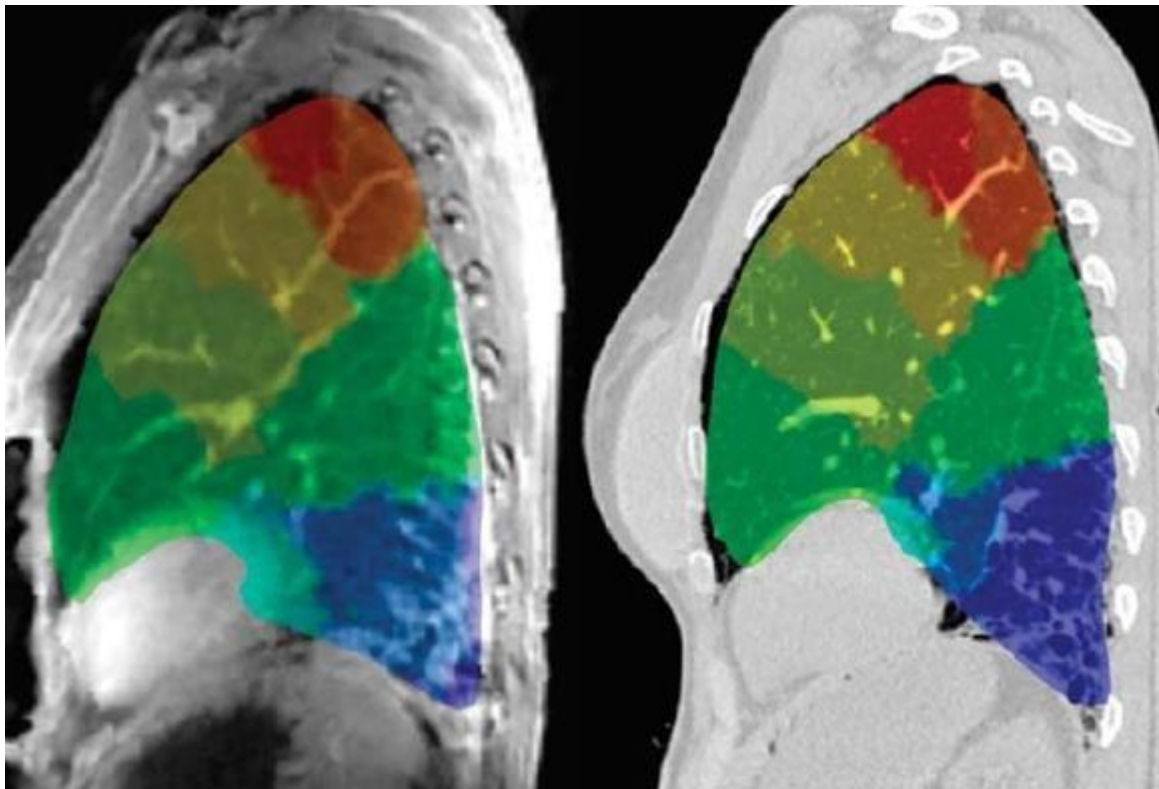
Existem outros fatores também associados a essa distribuição desigual da ventilação, sendo os mais importantes a complacência alveolar local e a resistência das vias

aéreas, a ventilação minuto, o volume corrente inspirado, o volume pulmonar pré-inspiratório, a posição do indivíduo (ALDERSON; LINE, 1980), a contração de diferentes grupos musculares (ROUSSOS; MARTIN; ENGEL1977), o fluxo inspiratório (PAVIA et al., 1985) e a frequência respiratória (CHAMBERLAIN; MORGAN; VINISTH 1983).

Outras maneiras de detectar a heterogeneidade da ventilação pulmonar regional é através das técnicas de imagens como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. Kolb et al (2016) estudaram a ventilação pulmonar regional, em respiração espontânea, através da comparação entre a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, foi demonstrado uma boa correlação entre as imagens(FIGURA 3).

A FIGURA 3 mostra a ventilação pulmonar regional através da comparação entre as imagens da tomografia computadorizada e as imagens da ressonância magnética.

Figura 3 - Ventilação pulmonar regional através da comparação entre as imagens da tomografia computadorizada e as imagens da ressonância magnética.



Fonte: Kolb et al, 2016.

1.2 Efeitos da postura sobre a ventilação pulmonar regional

As mudanças posturais ocasionam alterações dentro da caixa torácica que cursam com deformações no parênquima pulmonar, repercutindo nas alterações regionais das

pressões pleurais, impondo diferenças de pressões transpulmonares ao longo do eixo torácico de cada posição, ocasionando diferentes gradientes (LIU; MARGUILIES; WILSON, 1990).

Os efeitos dos movimentos diafragmáticos e da parede abdominal variam com a mudança de posição do corpo e podem influenciar potencialmente a distribuição da ventilação (ERICSSON; TESSELAAR; SJÖBERG, 2016).

Outras alterações são variações de volumes pulmonares, mudanças na atuação do diafragma, alterações na magnitude e direção da distribuição da ventilação regional, na distribuição do fluxo sanguíneo e nas trocas gasosas (CHANG et al., 2002; REHDER, 1998; GLAISTER, 1970).

Amicis, Jones e Hughes (1984) estudaram as diferenças de expansão pulmonar entre as regiões pulmonares inferiores e superiores em 12 voluntários normais, em cinco posturas: sentada, dorsal, ventral, lateral direita e esquerda, utilizando a câmara gama e a inalação do gás radioativo Krypton (81m e 85m). Neste estudo foi verificado aumento na ventilação regional da região superior para a inferior em todos os decúbitos, com exceção do decúbito ventral, em que a ventilação foi mais uniforme, ocasionando uma inversão de expansão pulmonar.

Estudos realizados por Mase et al. (2016a), esclareceram as diferenças no volume de compressão dos pulmões pelo coração, em 10 voluntários, com predominância masculina, analisou as diferenças no volume de compressão dos pulmões pelo coração nas posições dorsal, semi-prona e de posição lateral esquerdo e direito. Concluíram que na posição semi-prona a ventilação do pulmão dependente é melhor em relação ao não dependente, devido a redução das regiões pulmonares que sofreram compressão pelo deslocamento ventral do coração. Em seu outro estudo evidenciou a melhora da ventilação no pulmão não dependente na postura semi-pronada, com deslocamento maior do volume pulmonar posterior na posição do semi-pronada direito do que na posição lateral direita (MASE et al., 2016).

Na postura lateral, o pulmão não dependente é expandido e o pulmão dependente é contraído pelo efeito da gravidade, com a mudança da posição para a semi-pronada ocorre um reposicionamento da ventilação. As posições semi-pronadas são considerados a melhor posição para ventilar o pulmão não dependente (MASE et al., 2016).

Ao alterar a postura, a influência da gravidade modifica as áreas mais ventiladas do pulmão. As mudanças de decúbitos são utilizadas para melhorar a ventilação em áreas específicas, excepcionalmente em pacientes acamados, que, quando aplicadas em pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), ao alternar da posição supina

(decúbito dorsal) para ventral (prona) permite uma melhora da relação ventilação/perfusão pulmonar (GUÉRIN et al., 2013).

DEAN (1985), verificou que as posições laterais direita e esquerda ocasionam maiores mudanças na ventilação em relação aos volumes pulmonares estáticos, à ventilação pulmonar regional, à perfusão e à capacidade de difusão. Essas maiores mudanças estão relacionadas com a combinação de três elementos mecânicos: a gravidade, a queda relativa do mediastino em direção ao plano de apoio e a posição mais cranial do hemidiafragma infralateral, provocada pela pressão hidrostática das vísceras sobre sua face abdominal (DEAN, 1985; ROUSSOS; MARTIN; ENGEL.1977).

No decúbito ventral ou prono, a distribuição da ventilação é diferente do observado nas outras posturas, sobretudo nos decúbitos dorsal e lateral. A ventilação é distribuída em maior percentual para a região não dependente que, nesse caso, é a região dorsal. E esta distribuição pode ser ocasionada pela influência da pressão hidrostática sobre o peso pulmonar que redistribui a aeração pulmonar para a região dorsal. As propriedades mecânicas e formatos da parede torácica,, também afetam a homogeneidade da insuflação pulmonar (HUBMAYR et al., 1983; LIU et al.,1990; PELOSI; BRAZZI; GATTINONI, 2002; GALIATSOU et al., 2006; WINKELER, 2006).

Existe um grande interesse em estudar os efeitos fisiológicos e terapêuticos combinados do posicionamento corporal e a aplicação de respiração com pressão positiva (VM) em pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRA) (BEIN et al., 2015).

De fato, o tratamento padrão de pacientes ventilados mecanicamente é mais comumente realizado em decúbito dorsal com giro periódico do paciente para as posições de decúbito lateral direito e esquerdo a cada 2h (KIM; HWANG; SONG, 2002). Além disso, a posição prona é atualmente recomendada para o tratamento de pacientes com SDRA moderada ou grave, sobretudo quando aplicada nas primeiras horas da lesão podendo definir a melhora de modo eficaz na função pulmonar melhorando a oxigenação (AMATO et al, 2007; BEIN et al., 2015).

Nos pacientes com SDRA, na posição prona, ocorre a redução da sobreposição da pressão nas zonas ventrais, anteriores, o que diminui a pressão transpulmonar sobre as áreas pulmonares saudáveis, ocasionando a redistribuição da ventilação, o que reverte ao fechamento das áreas atelectasiadas nas zonas dorsais (região não dependente), pelo aumento da pressão transpulmonar nesta área. Também ocorre um leve aumento do fluxo sanguíneo para as regiões com áreas que tenham normalidade da relação ventilação/perfusão, o que gera melhora da oxigenação. Em alguns casos esta melhora rápida

da oxigenação ocorre tão logo é efetuado a mudança para posição prona. Em determinadas situações há melhora da oxigenação ocorre em até 70% dos pacientes com SARA e melhora inclusive da sobrevida desses pacientes (PAPPERT et al., 1994; GUÉRIN et al., 2013).

GUÉRIN et al. (2013) estudaram o benefício da aplicação precoce e manutenção da postura prona por longos períodos em pacientes com SARA. Foi realizado um estudo multicêntrico, com 466 pacientes com SARA de moderada a grave ($PaO_2/FIO_2 < 150$), em ventilação controlada. Ao comparar-se com a postura dorsal houve uma redução da mortalidade de 32,8% na postura dorsal versus 16% na posição ventral, $p=0,05$, resultando em uma diminuição significativa da mortalidade em 28 dias com a aplicação da posição prona.

1.3 Efeitos da idade sobre a ventilação pulmonar regional

Estima-se que em 2030 a população brasileira irá quadruplicar (BRASIL, 2010) o percentual de indivíduos com a faixa etária a partir de 60 anos, caracterizando o envelhecimento populacional mais longo, o que impulsiona a preocupação com a longevidade e a qualidade de vida. Estudos que possam entender a fisiologia pulmonar no envelhecimento poderão ser de extrema importância aos planejamentos futuros de políticas voltadas para a atenção à saúde do idoso.

O sistema respiratório sofre várias alterações estruturais, fisiológicas e imunológicas com a idade. Existe uma grande variação nas diferentes medidas fisiológicas entre os idosos, dificultando a construção de limites “normais” para diferenciar uma doença de um estado normal, essas alterações podem predispor a riscos de doenças respiratórias (SHARMA; GOODWIN, 2006).

O envelhecimento é um processo complexo e multifatorial que pode alterar as propriedades mecânicas da caixa torácica e do parênquima pulmonar, levando a uma maior heterogeneidade da ventilação e essas alterações podem predispor ao aumento da ventilação heterogênea (VERBANCK et al., 2012).

Sabe-se que o processo de envelhecimento proporciona alterações na função pulmonar podendo ocasionar alargamento dos espaços aéreos terminais, destruição relativamente homogênea com raros infiltrados, sem presença de inflamação do parênquima pulmonar (JANSSENS; PACHE; NICOD, 1999).

A maioria das alterações provocadas pelo envelhecimento estão relacionadas a diminuição de três fatores: elastância pulmonar, complacência da parede torácica e o

da força dos músculos respiratórios bem como diminuição na resposta respiratória à hipóxia e hipercapnia e aumento da resistência das vias aéreas (JANSSENS; PACHE; NICOD, 1999).

Alterações na estrutura da parede torácica causam diminuição da complacência da parede torácica e diminuição da força dos músculos respiratórios também contribuem para o aumento do volume residual e diminuição do pulmão dinâmico (LEVITZKY, 1984). A redução da complacência da caixa torácica pode estar relacionada à calcificação da cartilagem costal e articulações costovertebrais, bem como a estreitamento dos espaços intervertebrais (JANSSENS; PACHE; NICOD, 1999).

O enrijecimento da caixa torácica ocorre por consequência de uma combinação de alterações da cifoescoliose e das articulações costovertebrais em processo de degeneração bem como de calcificações de cartilagens costais (JANSSENS, 2005).

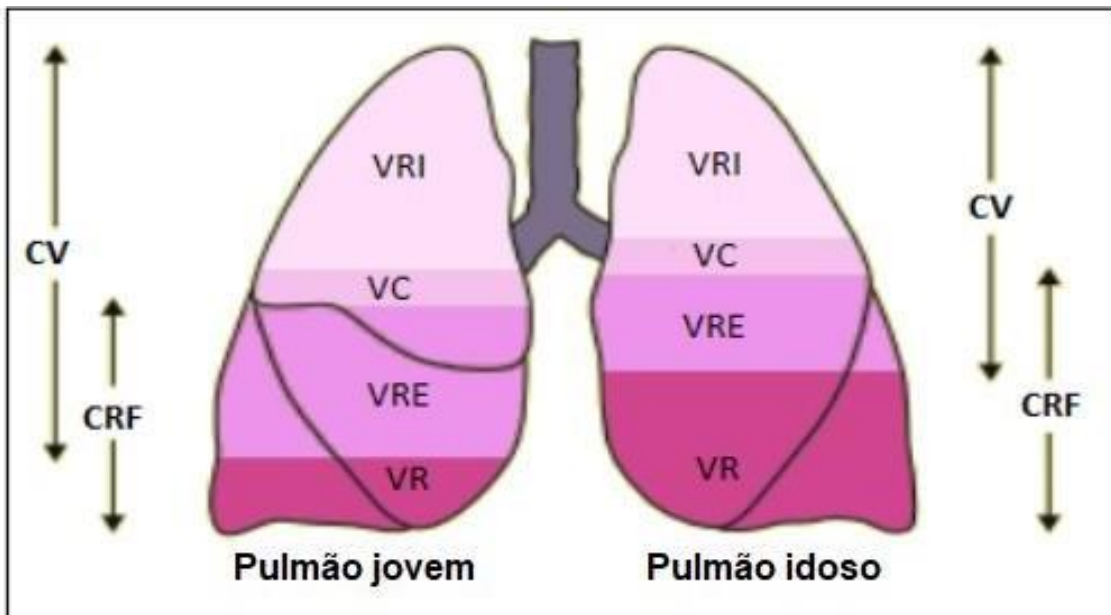
A perda de parte do recolhimento elástico do pulmão com o envelhecimento torna as pressões intrapleurais menos negativas em maiores volumes permitindo o fechamento das vias aéreas nas áreas mais inferiores do pulmão (LEVITZKY, 1984).

Fechamento das vias aéreas em volumes pulmonares próximos ou aos normais causam uma ventilação alveolar menos uniforme, especialmente nas regiões inferiores do pulmão, o que contribui para o descompasso entre ventilação e perfusão em idosos (LEVITZKY, 1984).

Com o envelhecimento, há mudanças estruturais da caixa torácica causando redução na complacência da parede torácica relacionado a idade. A osteoporose resulta em redução da altura do osso torácico das vértebras, calcificação da caixa torácica promove seu enrijecimento e pode ocasionar cifose. A redução da capacidade da caixa torácica se expande durante a inspiração, e coloca o diafragma em desvantagem mecânica para gerar contração efetiva (SHARMA; GOODWIN, 2006).

As alterações pulmonares estruturais relacionadas com a recuo do pulmão, aumento da rigidez da parede torácica e diminuição da capacidade de geração de força dos músculos respiratórios, levam a mudanças nos volumes pulmonares com redução na capacidade vital forçada, volume expiratório no primeiro segundo (VEF1) e capacidade vital, e um aumento da capacidade residual funcional (CRF) (SCOTT-WARREN; MAGUIRE, 2016). Outras alterações do envelhecimento comparadas ao pulmão jovem são as mudanças nos volumes pulmonares tais como, redução no volume de reserva expiratório (VRE), no volume de reserva inspiratório (VRI), na capacidade vital (CV); e aumento do volume residual (VR) e aumento da capacidade funcional residual (CRF), e com a capacidade pulmonar total (CPT) permaneça praticamente a mesma (SCOTT-WARREN; MAGUIRE, 2016). (FIGURA 4).

Figura 4 - Figura esquemática das mudanças dos volumes pulmonares com o envelhecimento.



Fonte: Modificada de (SCOTT-WARREN; MAGUIRE, 2016).

Alterações no sistema cardiovascular cursam com hipertrofia do ventrículo esquerdo, aumento do fluxo pulsátil, elevando pressões sistólicas e aumentando o trabalho cardíaco e a demanda de oxigênio (MITCHELL, 2008).

1.4 Efeitos da ventilação não invasiva sobre a ventilação pulmonar regional

A ventilação não invasiva (VNI) é uma forma de VM que inclui a aplicação de pressão positiva variável nas vias aéreas (mais comumente “bi-nível”), consistindo de uma pressão positiva inspiratória mais alta e pressão expiratória menor, bem como de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) administrada usando várias interfaces nasais, oronasais e faciais, aumentando a pressão transpulmonar e inflando os pulmões (ROCHWERG et. al., 2017).

A VNI tem sido amplamente utilizada para auxiliar pacientes com IRA de diversas causas, com um papel crescente neste contexto, sendo particularmente desafiadora no caso dos idosos (SCALLA, 2016). Portanto, os efeitos combinados da mudança de posturas e estratégias de VNI são clinicamente relevantes, já que ambos são usados terapeuticamente

em uma variedade de distúrbios pulmonares. Por outro lado, eles também podem causar danos ao interagir de uma forma que favoreça a ventilação pulmonar irregular, potencialmente levando a hipertrofia parenquimatosa regional e incompatibilidade ventilação/perfusão, amplificando a lesão pulmonar existente e piorando as trocas gasosas, especialmente em doenças pulmonares assimétricas ou locais. Os idosos podem ser particularmente suscetíveis a esses potenciais efeitos colaterais, pois diminuem a reserva fisiológica.

Deve-se lembrar, também, do efeito fisiológico da aplicação da VNI onde ocorre um aumento da pressão no mediastino. A partir desse mecanismo, com o pulmão distendido, o aumento da pressão externa justacardiaca resulta no aumento das pressões intracavitárias em função da complacência miocárdica e do retorno venoso estarem diminuídos. Isso passa a acarretar alterações hemodinâmicas como diminuição da resistência vascular sistêmica, compressão das veias cava superior e inferior, diminuição do enchimento ventricular com redução do enchimento do átrio esquerdo e débito cardíaco (CULVER; MARINI; BUTLER, 1981).

Em relação aos efeitos da pressão positiva expiratória final (PEEP) estes são variáveis e complexos (CAMAREZ et al., 2005; GUERIN; LEMASSON; VARAX et al., 1997).

Por exemplo, em um paciente com DPOC, um ajuste adequado de CPAP seria capaz de reduzir o esforço respiratório, ao mesmo tempo em que melhora o fluxo aéreo expiratório ao máximo, sem causar hiperinsuflação adicional. Por outro lado, se ajustado níveis mais altos de CPAP (10 cmH₂O e 15 cmH₂O), observa-se aumento das zonas enfisematosas em todas as seções dos pulmões. Em contrapartida, em indivíduos saudáveis, ocorrem pequenos incrementos na hiperaeração, predominantes nas regiões ventrais no nível do hilo e na base dos pulmões (HOLANDA et al., 2010).

Durante a VNI o movimento do diafragma é ativo, a ventilação é direcionada principalmente para as regiões pulmonares dependentes e não para as partes não dependentes, o que contrasta com a distribuição oposta que ocorre durante a VM invasiva controlada (REHDER; SESSLER; RODARTE, 1977; ANDERSSON et al., 2011; RIEDEL; RICHARDS; SCHIBLER, 2005; BLANKMAN et al., 2013). A influência do envelhecimento nesses efeitos ainda precisa ser investigada mais profundamente. Na ventilação mecânica invasiva, existe diferença entre a distribuição da ventilação pulmonar em pacientes sedados (sem esforço muscular respiratório) ventilados no modo controlado, e pacientes em respiração espontânea. Esta diferença existe em decorrência da ativação do diafragma, durante a respiração espontânea, onde a ventilação é direcionada para a região dependente. O inverso ocorre quando não existe a ativação do diafragma, no caso da sedação, sobretudo quando o paciente é ventilado no modo controlado, a ventilação é distribuída em maior proporção para

a região não dependente (TOBIN; JUBRAN; LAGHI, 2001; MACINTYRE, 2011; PIERSON, 2011).

1.5 Aplicação da Tomografia de Impedância Elétrica (TIE) na ventilação pulmonar regional

A impedância é descrita com a resistência à propagação de ondas em um meio. O termo bioimpedância é usado para medir a resistência à passagem de uma corrente elétrica, em meios biológicos. Já a bioimpedância elétrica é a medida da resistência de um tecido biológico. A tomografia por impedância elétrica (TIE) dos pulmões é uma técnica de imagem funcional que mostra uma imagem dinâmica torácica transversal da ventilação pulmonar (FRERICHS et al., 2010).

A tomografia de impedância elétrica é uma técnica que converte o sinal da resistência elétrica imposta pela mudança da impedância na inspiração e expiração em imagens bidimensionais por meio de frequências distintas no impulso elétrico, capaz de mensurar formatos e volumes de tecidos corporais, e gerar imagens estáticas e funcionais com aplicações clínicas importantes, incluindo a avaliação da ventilação e perfusão pulmonares (BAYFORD, 2006; PUTENSEN; WRIGGE; ZINSERLING, 2007; COSTA; LIMA; AMATO, 2009).

Apesar da técnica ter sido descrita há 30 anos, nos últimos anos foi sendo aperfeiçoado tornando mais fácil sua aplicabilidade e disponibilidade comercial, aumentando o interesse científico nesta técnica, principalmente por ser um método não invasivo, seguro, livre de radiação, e relativamente portátil (podendo ser usado à beira do leito) (PUTENSEN; WRIGGE; ZINSERLING, 2007; COSTA et al., 2008; LIMA et al., 2006; FRERICHS et al., 2000; FRERICHS et al., 2017).

A TIE vem sendo usada para identificar os efeitos pulmonares de diversas doenças sobre a distribuição da ventilação pulmonar regional e a perfusão pulmonar, tais como em pacientes com lesão pulmonar aguda, carcinoma brônquico, edema pulmonar, pneumotórax, enfisema pulmonar, hiperinsuflação dinâmica e o posicionamento do tubo traqueal (REIFFERSCHIED et al., 2011; FRERICHS et al., 2006; FRERICHS et al., 2017; VICTORINO et al., 2004; FRERICHS et al., 2000).

Frerichs et al. (2017) desenvolveu um consenso sobre a tomografia de impedância elétrica com um grupo de pesquisadores internacionais através de um estudo *translation* com intuito de gerar informações sobre a análise de dados, terminologia, uso clínico e

recomendações. Eles elencam os principais processos a serem seguidos envolvidos na TIE do tórax tais como: análise de dados, foco nas aplicações clínicas com revisões estruturadas e perspectivas separadas para diferentes populações (adultos e neonatais/ pediátricos). Também categorizam as relações entre as análises e seus papéis clínicos. Realizam um consenso entre as definições e terminologia de fácil compreensão e revisões de diversos trabalhos importantes e sugerem recomendações para desenvolvimento futuro (FRERICHS et al., 2017). Este estudo foi de fundamental importância para elucidar algumas controvérsias entre os diferentes resultados encontrados na literatura e serve como guia para trabalhos futuros.

Nosso grupo publicou um relato de caso com TIE, como objetivo de avaliar a distribuição da ventilação pulmonar regional em paciente com estenose brônquica esquerda pós-tuberculose. A princípio foram analisadas as imagens da TC mostrando a estenose brônquica, à esquerda, e as imagens da cintilografia mostrando a diminuição da ventilação na área estenosada à esquerda, e a distribuição de 68% da ventilação para o pulmão direito. A TIE foi empregada para avaliar de forma estática e dinâmica a ventilação em respiração espontânea e em CPAP, e conseguiu demonstrar os efeitos agudos do CPAP com a abertura da estenose brônquica à esquerda (MARINHO et al., 2013).

A TIE é uma técnica de imagem não invasiva, não radiológica, que talvez seja útil na quantificação de distúrbios pulmonares e na titulação da VM. Mudanças na distribuição de gás, dependentes da postura, foram claramente demonstradas pela TIE em jovens voluntários, ao passo que não foram tão evidentes em idosos saudáveis (FRERICHS et al., 2004).

A TIE pode medir a distribuição heterogênea intrapulmonar do volume corrente. Portanto, pretendemos que a TIE seja útil para estudar os efeitos do posicionamento do corpo em decúbito dorsal, direito e lateral, com e sem VNI (CPAP e BiPAP), na DVPR em indivíduos saudáveis jovens e idosos.

Justificativa

Os efeitos combinados das mudanças de decúbitos e da VNI em idosos saudáveis não são claros. A análise da ventilação pulmonar regional dinâmica, de forma não invasiva, pelo uso da TIE, pode abrir perspectivas para o estudo dos mecanismos fisiológicos envolvidos neste contexto. Além disso, poderá facilitar a avaliação do impacto de diferentes intervenções terapêuticas, especificamente dirigidas para tal, como a própria aplicação de

suporte ventilatório não invasivo (VNI), as diferenças entre os modos, CPAP ou BiPAP, e os efeitos das mudanças de decúbito e a combinação destes.

Estudos que avaliem os efeitos fisiológicos de mudanças de decúbitos, técnica amplamente aplicada na prática diária da fisioterapia respiratória, sobre a ventilação pulmonar regional, são ainda necessários, ainda que sejam para confirmar conhecimentos clássicos da fisiologia respiratória mas agora usando novas tecnologias de suporte ventilatório e de imagem funcional como ora se apresenta a TIE.

Perguntas de partida

Quais os efeitos da aplicação de VNI (nos modos CPAP e BiPAP) e das mudanças de decúbitos (dorsal, ventral, e laterais direito e esquerdo) sobre a distribuição da ventilação pulmonar regional em jovens e idosos saudáveis?

Hipóteses

A administração de VNI altera a DVPR de forma variável, a depender do modo utilizado, CPAP ou BiPAP, e dos efeitos relacionados à posição (decúbitos) em jovens e idosos saudáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos agudos da VNI e de mudanças de decúbitos, e a combinação dos dois, sobre a DVPR, em voluntários jovens e idosos saudáveis, através de análise de imagens obtidas por tomografia de impedância elétrica.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a DVPR entre os grupos (jovem e idoso saudáveis) e dentro de cada grupo, nas diferentes combinações de decúbitos e condição respiratória
- Analisar os efeitos das mudanças de decúbitos e de condições respiratórias sobre as variáveis cardiorrespiratórias entre os grupos e dentro de cada grupo.
- Comparar os efeitos dos modos VNI, CPAP e BiPAP, sobre a distribuição a DVPR entre si e em relação a respiração espontânea.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

Tratou-se de um estudo aplicado, experimental e quantitativo em humanos.

3.2 Local e período do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório da Respiração (Resplab) do Departamento de Medicina Clínica da Faculdade de Medicina, Campus do Porangabuçu, da Universidade Federal do Ceará (UFC), no período de 60 meses (agosto de 2014 a julho de 2019).

3.3 População e amostra

Estudo experimental composto por voluntários sadios jovens e idosos.

3.3.1 Seleção dos pacientes

3.3.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos sadios de ambos os gêneros, na faixa etária de 18 a 30 anos (grupo jovem) e acima de 60 anos (grupo de idosos), com padrões de normalidade no exame espirométrico. (PEREIRA et al, 1992). Foram excluídos voluntários das duas populações: fumantes, voluntários com antecedentes de pneumopatias, tais como: asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), bronquiectasia, câncer de pulmão e doença intersticial, com prova ventilatória completa com broncodilatador fora dos valores previstos da normalidade; ausência de doenças cardíacas, neurológicas, renais ou hepáticas.

3.3.1.2 Critérios de interrupção do experimento

O experimento foi interrompido por intolerância da interface (máscara para VNI) por parte do voluntário, alteração na PA sistólica e/ou diastólica e FC para níveis iguais ou acima de 20% dos níveis basais; relato de desconforto torácico e/ou presença de redução da saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) < 88% ou solicitação do mesmo.

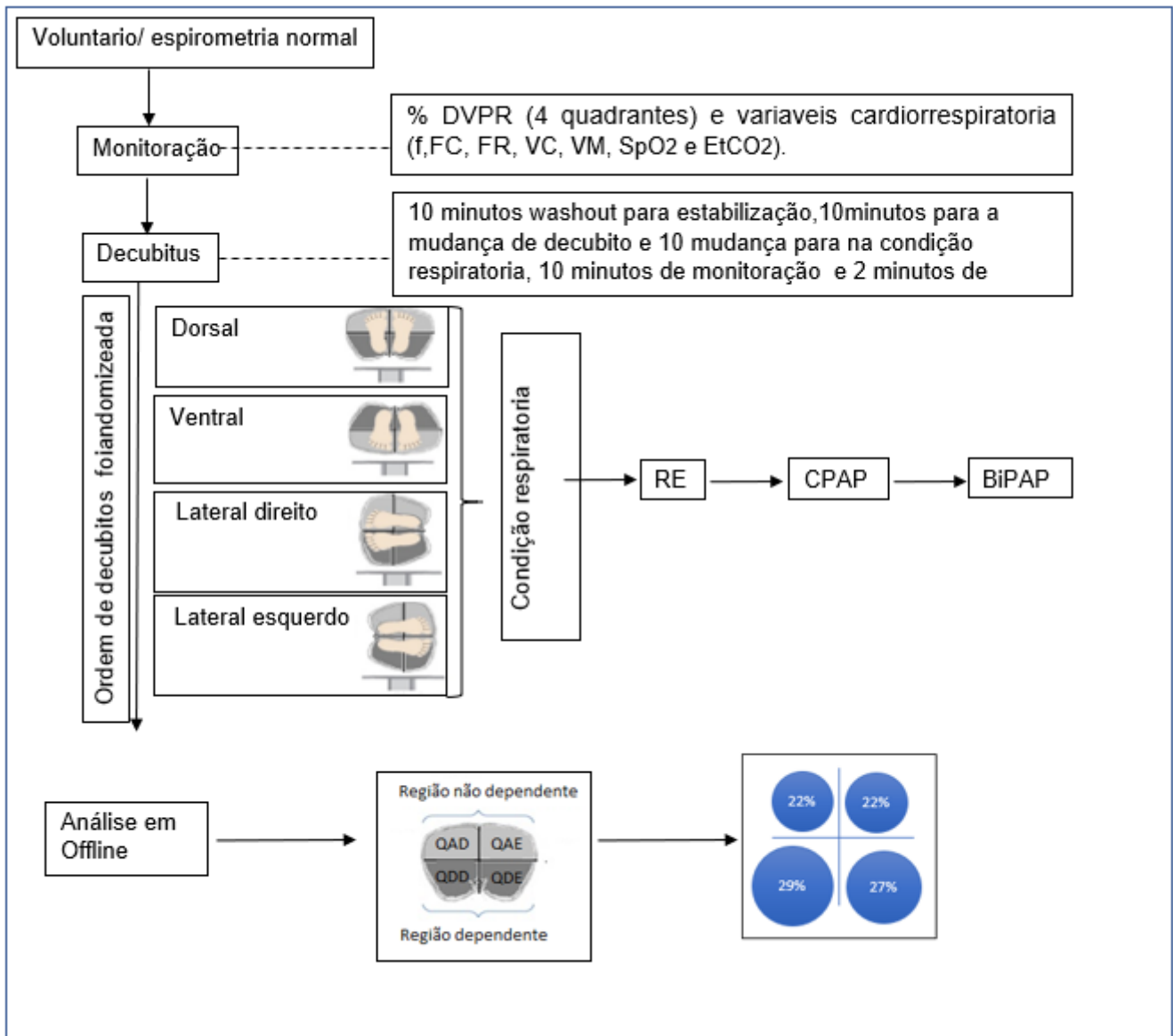
3.4 Aspectos éticos

O projeto do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Walter Cantídio sob Parecer nº 095.95.10 de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para participarem do estudo, tendo o direito ao anonimato, sigilo e confidencialidade das informações obtidas bem como a liberdade de recusarem-se a participar das atividades e questões propostas. O TCLE foi aplicado em duas vias, uma retida pelo responsável e a outra pelo pesquisador (APÊNDICE A).

3.5 Protocolo do estudo

A FIGURA 5 representa o desenho esquemático da TIE do tórax, ilustrando os diferentes passos envolvidos, desde a captação das imagens até o algoritmo de reconstrução.

Figura 5: Fluxograma do estudo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= Decúbito dorsal, DV= Decúbito ventral, DLD= Decúbito Lateral direito, DLE= Decúbito lateral esquerdo, EtCO₂ = concentração de dióxido de carbono ao final da expiratória, f= frequência respiratória, FC= frequência cardíaca, VC= volume corrente, VE= Volume minuto.

3.6 Coleta de dados

Os voluntários, jovens ou idosos saudáveis, foram informados sobre os procedimentos e o tempo necessário para a realização do protocolo. Somente depois de garantida a compreensão dos procedimentos é que se iniciaram os mesmos.

Foi realizada a tricotomia para retirada dos pelos e limpeza da área para posicionamento dos eletrodos de superfície do aparelho de impedância elétrica, com intuito

de diminuir a resistência à passagem da corrente, seguidos da perimetria do tórax por fita métrica. Os 32 eletrodos foram distribuídos individualmente e equidistantes, posicionados dois centímetros (2cm) acima da linha mamária, no quinto espaço intercostal, ao redor do tórax, sendo fixados por esparadrapo e envoltos por uma atadura para que não se deslocassem ao longo do experimento. Logo depois foram colocados os cabos de ligação com o tomógrafo e iniciado o registro basal da atividade elétrica com o intuito de avaliar a corrente e a correta funcionalidade de todos os eletrodos para, só então, dar início a aquisição dos dados.

Foram estudados os efeitos de três condições respiratórias: duas modalidades de VNI, além da respiração espontânea e da ventilação não invasiva na modalidade na CPAP e BiPAP em quatro decúbitos (dorsal (DD), ventral (DV), lateral direito (DLD) e lateral esquerdo (DLE)) sobre a DVPR e os seguintes parâmetros cardiorrespiratórios: frequência respiratória (f), frequência cardíaca (FC), volume corrente (VT), volume minuto (VE), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e a concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂). Ao total foram analisadas 12 combinações de decúbito e condição respiratória.

Para aplicação da VNI foi utilizado o ventilador Esprit (Respironics®, EUA) no modo VNI com os parâmetros do modo CPAP de 10 cmH₂O, e do modo BiPAP, com IPAP de 15 cmH₂O e EPAP de 5 cmH₂O. Não foi utilizado sistema de umidificação. A interface utilizada para aplicação da VNI foi a máscara facial (PerforMax®, Philips/Respironics, Murrysville, EUA) ajustada para tolerar um vazamento máximo de até 6 L/min.

Os parâmetros respiratórios foram registrados pelo monitor Dixtal 2020 (Dixtal®, Manaus, Brasil) acoplado com o sensor de pneumotacógrafo adaptado à peça bucal para registro do volume corrente e capnógrafo.

Para análise da ventilação pulmonar regional foi utilizado o tomógrafo de impedância elétrica DX 1800 (Dixtal®, Manaus, Brasil), com corrente de alta frequência (> 10 KHz) e baixa amplitude (< 12 mA), com frequência de aquisição de 50 Hz capaz de realizar reconstrução de imagens dos pulmões de forma dinâmica, com resolução temporal a cada 0,02 segundo (VICTORINO, et al. 2004; BODENSTEIN, DAVID, MARKSTALLER, 2009).

Neste estudo, as aquisições da TIE foram realizadas com o voluntário deitado sobre a maca variando o decúbito adotado. Com a mudança de posição, os quadrantes dependentes da gravidade mudaram de acordo com o decúbito adotado como mostra a FIGURA 5.

Foi registrada a variação de impedância elétrica (Delta Z), em regiões de interesses ou ROIs, que correspondem a quatro quadrantes: anterior direito (QAD), posterior direito (QPD), anterior esquerdo (QAE) e posterior esquerdo (QPE) como apresentado na FIGURA 5. Tanto os parâmetros cardiorrespiratórios como as aquisições da TIE foram avaliadas

durante dez minutos, sendo registrados e gravados os dois minutos finais, respeitando um *washout* de 10 minutos entre cada mudança respiratória e cada mudança de decúbito.

A análise *off-line* foi realizada utilizando o *software* Beta do EIT Analysis Tools que permite a divisão do tórax em quatro regiões de interesse (quadrantes). Foi extraído o delta z total (variação da amplitude da impedância total) e o delta z por quadrante foi extraído dos quatro quadrantes, e calculado o percentual de ventilação para cada quadrante dividindo-se o delta z por quadrante pelo delta Z total. Todos os procedimentos de instalação, ajuste, coleta de dados e análise das imagens seguiram a metodologia já utilizada e validada em estudo prévio realizado com o mesmo tipo de aparelho do presente estudo. A técnica utilizada foi devidamente treinada e executada pela equipe envolvida nesta investigação (MARINHO et al., 2013)

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística contou com assessoria de um profissional da área do núcleo de apoio ao pesquisador da Gerência de Ensino e Pesquisa dos Hospitais Universitários da Universidade Federal do Ceará. A análise dos dados procurou seguir uma lógica visando responder às perguntas que testaram a hipótese nula, ou seja, que haveria ausência de diferenças estatísticas significativas entre os grupos jovem e idoso e dentro de cada grupo quanto à DVPR por quadrante nos diferentes decúbitos e condições respiratórias. Assim procurou-se responder às três perguntas abaixo:

Há diferenças estatísticas significativas quanto à DVPR por quadrante entre os grupos jovem e idoso em cada uma das 12 combinações de decúbitos e condições respiratórias? Como consequência das diferenças encontradas entre os grupos nas 12 combinações, partimos para a segunda pergunta.

Há diferenças quanto à DVPR por quadrante entre as três condições respiratórias para um mesmo decúbito dentro do grupo jovem e dentro do grupo idoso?

Há diferenças quanto à DVPR por quadrante entre os quatro decúbitos para uma mesma condição respiratória dentro do grupo jovem e dentro do grupo idoso?

Inicialmente foram tabulados os valores de percentual da DVPR por quadrante, e das variáveis cardiorrespiratórias frequência cardíaca, frequência respiratória, volume minuto, volume corrente, EtCO₂ e analisados a média entre os grupos nas doze combinações de modalidade e decúbito. No percentual da DVPR por quadrante foram analisadas as

combinações de decúbitos, condição respiratória e quadrantes. Os valores de medianas e o percentil 25%-75% do percentual da DVPR por quadrante e as médias e desvios padrões dos valores das variáveis cardiorrespiratórias foram apresentados em gráficos e tabelas.

A análise estatística foi realizada usando o programa SPSS, versão 21, SPSS Inc, Chicago, IL, EUA. Inicialmente foi aplicado o Teste-t de student para verificar igualdade entre as médias do grupo jovem e idoso e o Teste de Levene para verificar igualdade de variâncias entre os grupos. Para avaliar a esfericidade foi aplicado o teste de Mauchly. Em caso de violação da esfericidade o teste de Greenhouse-Geisser com nível de significância definido com um valor de $p < 0,05$ foi utilizado (ELLIOT; WOODWARD, 2006).

4. RESULTADOS

4.1 Características demográficas

Foram analisados 33 sujeitos: 18 jovens e 15 idosos. Foram excluídos 8 jovens e 5 idosos que apresentaram resultados espirométricos diferentes da normalidade.

A TABELA 1 apresenta as médias e desvio padrão das características demográficas, antropométricas e espirométricas dos grupos jovens e idosos saudáveis.

TABELA 1 - Médias e desvio padrão das características demográficas, antropométricas e espirométricas dos grupos jovem e idosos saudáveis.

Vol.	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (kg/m²)	CVF % (L)	VEF₁% (L)	CVF/VEF₁% (s)
Jovem saudável							
Masc.	26±3	73±10	1,7±0,1	24±2	4,78±0,2 (95±5%)	4,1±0,2 (94±7%)	0,9±0,1%
Fem.	26±2	68±12	1,7±0,1	24±2	3,4±0,2 (96±6)	2,9±0,2 (94±7%)	0,9±0,1%
Idoso saudável							
Masc.	65±4	71±15	1,63±10	28±3,5	3,1±0,2 (83±3%)	2,5±0,2 (87±5%)	0,9±0,3%
Fem.	63±2	64±13	1,6±1	25±6	2,1 (88±7%)	2,1±0,3 (92±5%)	0,8±0,1%

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

*IMC= índice de massa corpórea, CVF = capacidade vital forçada, VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo, kg: quilograma, m: metro, L: litro, s: segundo.

4.2 Ventilação pulmonar regional

4.2.1. Respiração espontânea (RE)

4.2.1.1 Comparação intra e entre os grupos.

a) Decúbito dorsal (DD) em RE

No grupo jovem a distribuição da ventilação no DD foi maior para os quadrantes posteriores (QPD e QPE) em relação aos anteriores, havendo simetria entre os pulmões direito e esquerdo. No grupo idoso observou-se também a distribuição preferencial para os quadrantes posteriores, com a diferença que o pulmão direito apresentou maior ventilação do que o esquerdo (GRÁFICO 1). Neste grupo, a proporção de ventilação foi maior nos quadrantes direitos (QAD e QPD) em relação aos respectivos esquerdos. Os idosos apresentaram uma maior distribuição da ventilação, em especial, para o QPD (29% no grupo jovem vs. 34% no grupo idoso, $p=0,007$), o inverso ocorrendo para o QAE (22% no grupo jovem vs. 18% no grupo idoso, $p=0,032$) (GRÁFICO 1 e APÊNDICE D).

b) Decúbito ventral (DV) em RE

No DV, no grupo jovem, as diferenças de ventilação entre os quadrantes anteriores e posteriores se acentuaram com aumento da ventilação regional para os últimos em detrimento dos primeiros. Estas diferenças atingiram significância estatística para o QAE (22% em DD vs.. 16% em DV, $p=0,000$). Já no grupo idoso, o perfil da distribuição da ventilação em DV não diferiu de forma significativa do observado no DD. (GRÁFICO 1 e APÊNDICE D).

Comparando-se os grupos verificou-se que o pulmão direito foi mais ventilado do que o esquerdo no grupo idoso também neste decúbito, com as seguintes diferenças estatísticas para o QAD (18% no grupo jovem vs.. 24% no grupo idoso, $p=0,023$) e para o QPE (30% no grupo jovem vs.. 23% no grupo idoso, $p=0,031$) (GRÁFICO 1 e APÊNDICE E).

c) Decúbito Lateral Direito (DLD) em RE

No DLD em RE a ventilação foi distribuída em maior proporção para os quadrantes direitos (QAD e QPD) no grupo jovem com as seguintes diferenças estatísticas: para o QPD (29% em DD vs.. 41 % em DLD, aumento de 12,1%, $p=0,000$) e para o QAE (22% em DD vs.. 11% em DLD, redução de 11,1%, $p=0,000$). No grupo idoso também se observou uma maior

distribuição da ventilação para o pulmão direito em relação ao esquerdo neste decúbito (GRÁFICO 1 e APÊNDICE D).

Comparando-se os grupos neste decúbito houve diferenças significativas para o QAE (11% no grupo jovem vs.. 18% no grupo idoso, $p=0,025$) houve uma tendência a torna-se estatístico no QPE (21% no grupo jovem vs. 15% no grupo idoso, $p=0,052$) (GRÁFICO 1 e APÊNDICE E).

d) Decúbito Lateral Esquerdo (DLE) em RE

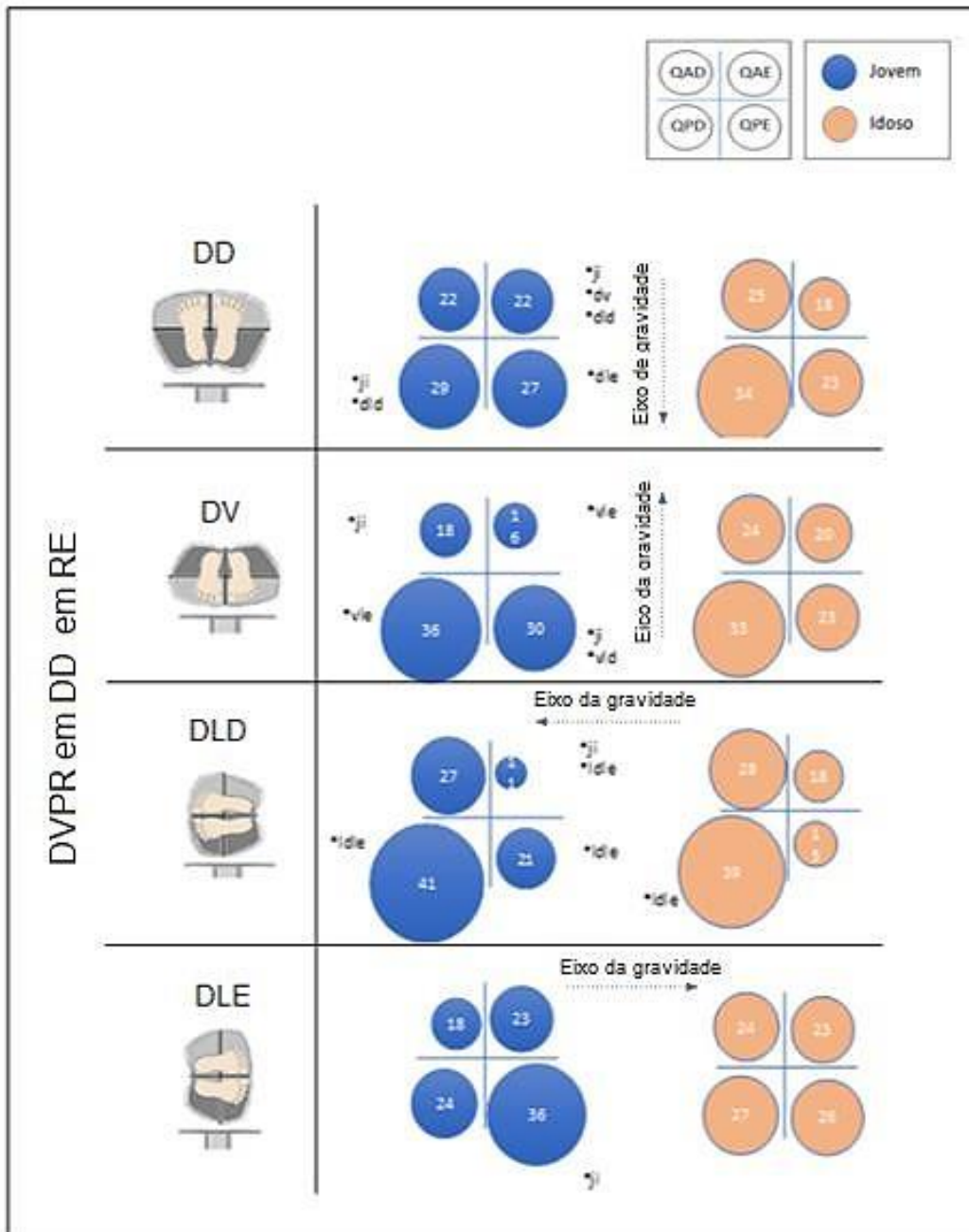
No DLE em RE, no grupo jovem a ventilação foi distribuída predominantemente para o pulmão esquerdo, com diferenças significativas dentro deste grupo em relação ao DD (QPE, 27% no DD vs. 36% no DLE aumento de 8,9%, $p=0,005$); ao DV (QPD, 36% no DV vs. 24% no DLE redução de 12,4%, $p=0,000$); QAE, 16% DV vs. 23% no DLE aumento de 7,2%, $p=0,000$) e no DLD (QPD, 41% no DLD vs. 24% no DLE redução de 17,3%, $p=0,00$; QAE, 11% no DLD vs. 23% no DLE aumento de 11,6% $p=0,000$ e QPE 21% no DLD vs. 36% no DLE aumento de 14,7%, $p=0,002$) (GRÁFICO 1 e APÊNDICE D).

No grupo idoso o DLE ocasionou redução da ventilação do pulmão direito e aumento no esquerdo, reduzindo as diferenças entre os mesmos e gerando uma distribuição mais simétrica da ventilação. Houve diferença estatística significativa na comparação com o DLD para o QPD (39% no DLD vs.. 27% no DLE, $p=0,003$) (GRÁFICO 1 e APÊNDICE D).

Comparando os grupos houve diferença estatística significante na ventilação do QPE (36% jovem vs.. 26% idoso, $p=0,018$) demonstrando que o DLE favoreceu a maior distribuição de ventilação para o pulmão esquerdo mais no grupo jovem do que no idoso (GRÁFICO 1 e APÊNDICE E).

O GRÁFICO 1 representa a mediana da distribuição do % da ventilação pulmonar regional por quadrante na respiração espontânea, nos quatro decúbitos, nos grupos jovem e idoso.

GRÁFICO 1: Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar por quadrante na respiração espontânea, nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aérea, BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. * Representa a diferença estatística entre as médias com $p \leq 0,05$ nas seguintes situações: ji= jovem x idoso; dv= DD X DV; dld= DD X DLD; dle= DDx DLE; vld = DVx DLD; vle = DVx DLE; ldle= DLDx DLE.

4.2.2. Ventilação Não-Invasiva com CPAP de 10cmH₂O.

4. 2.2.1 Comparações intra e entre os grupos.

a) Decúbito dorsal (DD) com CPAP

A aplicação de CPAP de 10cmH₂O no grupo jovem não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação ao observado na RE.

As diferenças entre os grupos jovem e idoso com uso de CPAP se mantiveram. Os idosos apresentaram uma maior distribuição da ventilação, em especial, para o QPD (28% no grupo jovem vs. 34% no grupo idoso, $p=0,016$) e menor no QAE (22% no grupo jovem vs. 13% no grupo idoso, $p=0,002$), achados similares aos observados em RE. (GRÁFICO 2 e APÊNDICE F).

b) Decúbito ventral (DV) com CPAP

A aplicação de CPAP de 10cmH₂O no grupo jovem não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem mesmo sobre as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação ao observado na RE.

Diferente do grupo idoso, os jovens tiveram a ventilação distribuída em maior proporção para os quadrantes posteriores gerando uma tendência a diferença estatística significativa entre os grupos para o QPE (29% no grupo jovem vs. 22% no grupo idoso, $p=0,051$) (GRÁFICO 2 e APÊNDICE F).

c) Decúbito lateral direito (DLD) com CPAP

A aplicação de CPAP de 10cmH₂O no grupo jovem não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem mesmo sobre as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação ao observado na respiração espontânea no mesmo decúbito. Em comparação ao DD em CPAP, o DLD resultou em aumento da ventilação do pulmão direito em relação ao esquerdo com aumentos da ventilação para QPD em 11% (28% em DD com CPAP vs. 39% em DLD com CPAP, $p=0,021$) e redução de 7% para o QAE (22% em DD com CPAP vs. 15%

em DLD com CPAP, $p=0,05$) e redução de 8,5% no QPE (26% em DD com CPAP vs. 17% em DLD com CPAP, $p=0,022$) (GRÁFICO 2 e APÊNDICE G).

O mesmo se observou no grupo idoso, sendo estatisticamente significativa a mudança na ventilação regional para o QPE com redução de 17% (28% em DD com CPAP vs. 11% em DLD com CPAP, $p=0,000$) (GRÁFICO 2 e APÊNDICE F).

Não houve diferenças estatística significativas entre os grupos.

d) Decúbito lateral esquerdo (DLE) com CPAP

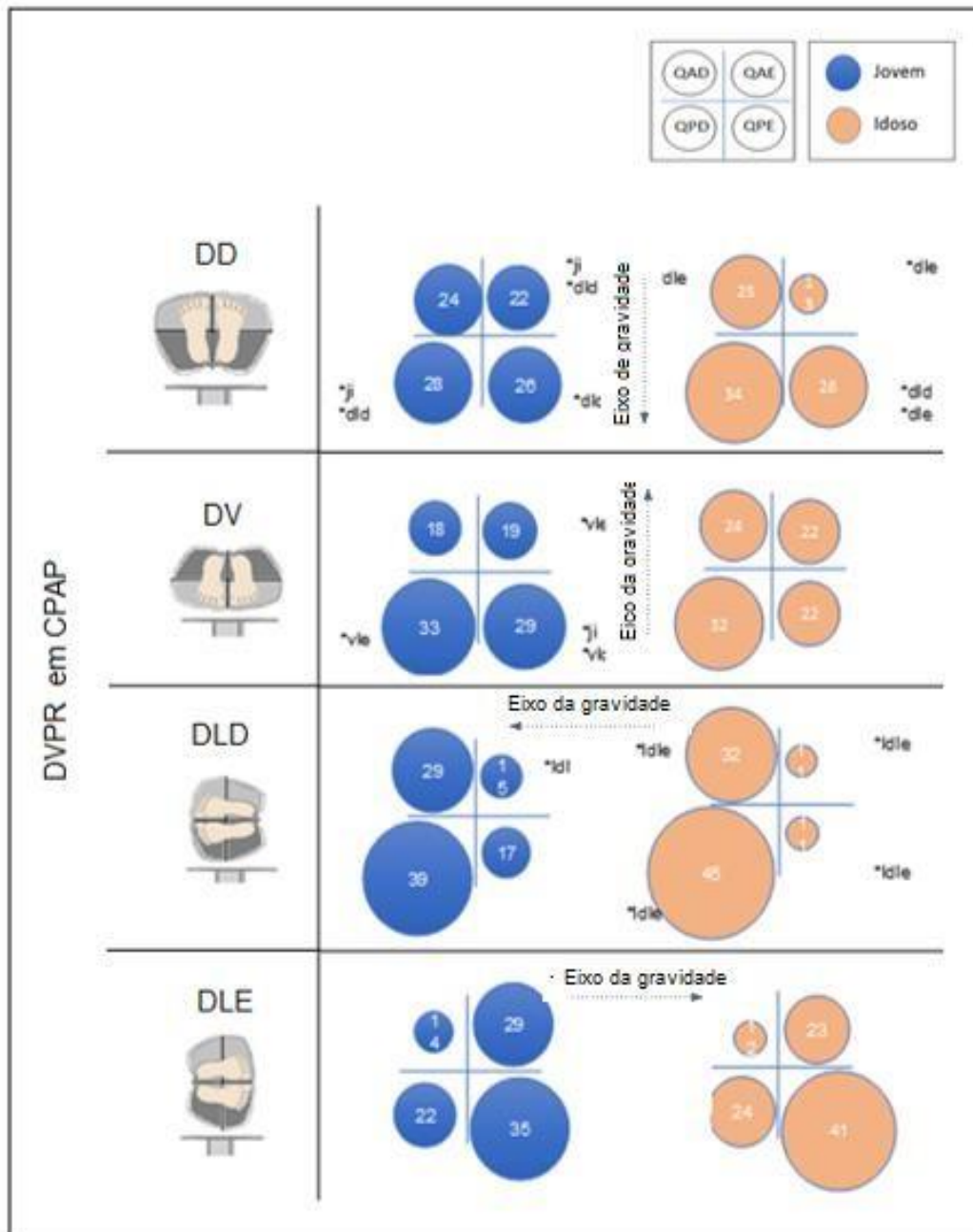
A aplicação de CPAP de 10cmH₂O no grupo jovem não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem mesmo sobre as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação ao observado na RE neste decúbito. Em comparação ao DD com CPAP, o DLE resultou em aumento da ventilação do pulmão esquerdo em relação ao direito. Com relação a outros decúbitos, o DLE com CPAP resultou em diferenças significativas em relação ao DV com CPAP para o QPE (35% em DLE com CPAP vs. 29% em DV com CPAP, $p=0,000$), para o QAE (29% em DLE com CPAP vs. 19% em DV com CPAP, $p=0,000$) e para o QPD (22% em DLE com CPAP vs. 33% em DV com CPAP, $p=0,034$) e em relação ao DLD com CPAP para o QAE (29% em DLE com CPAP vs. 15% no DLD com CPAP, $p=0,008$). No grupo idoso o DLE com CPAP resultou em acentuado aumento da ventilação do pulmão esquerdo em relação ao direito com diferenças significativas em relação aos decúbitos DD e DLD (GRÁFICO 2 e APÊNDICE G).

DD com CPAP para o QAD (12% em DLE com CPAP vs. 25% em DD com CPAP, $p=0,004$), para o QAE (23% em DLE com CPAP vs. 13% em DD com CPAP, $p=0,041$) e para o QPE (41% em DLE com CPAP vs. 38% em DD com CPAP, $p=0,008$); e em relação ao DLD com CPAP para o QAD (12% em DLE vs. 32% em DLD, $p=0,000$), para o QPD (24% em DLE com CPAP vs. 45% em DLD com CPAP, $p=0,000$), para o QAE (23% em DLE com CPAP vs. 11% em DLD com CPAP, $p=0,043$) e para o QPE (41% em DLE com CPAP vs. 11% em DLD com CPAP, $p=0,000$) (GRÁFICO 2 e APÊNDICE G).

Na comparação entre os grupos jovem e idoso não se evidenciaram diferenças estatísticas significativas.

O GRÁFICO 2 representa a mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, na modalidade CPAP, nos quatros decúbitos.

GRÁFICO 2: Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar por quadrante com aplicação de CPAP de 10cmH₂O, nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. * Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$ nas seguintes situações: jj = jovem X idoso; dv = DD X DV; dld = DD X DLD; dle = DD X DLE; vid = DV X DLD; vle = DV X DLE; $ldle$ = DLD X DLE;

4.2.3. Ventilação Não-Invasiva com BiPAP

4.2.3.1 Comparações intra e entre os grupos.

a) Decúbito dorsal (DD) com BiPAP

A aplicação de BiPAP tanto no grupo jovem quanto no idoso não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem mesmo sobre as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação aos resultados observados na RE ou com CPAP (GRÁFICO 3). As diferenças entre os grupos jovem e idoso com uso de BiPAP se mantiveram. Os idosos apresentaram uma maior distribuição da ventilação, em especial, para o QPD (27% no grupo jovem vs. 34% no grupo idoso, $p=0,022$) e menor no QAE (23% no grupo jovem vs. 16% no grupo idoso, $p=0,005$) (GRÁFICO 4 e APÊNDICE H), diferenças similares às observadas na RE.

b) Decúbito ventral (DV) com BiPAP

A aplicação de BiPAP tanto no grupo jovem quanto no idoso não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional entre os pulmões direito ou esquerdo, nem mesmo sobre as diferenças entre os quadrantes anteriores e posteriores com relação aos resultados observados na RE ou com CPAP (GRÁFICO 5).

As diferenças significativas entre os grupos ocorreram para o QAD (17% no grupo jovem vs. 22% no grupo idoso, IC: $p=0,019$) (GRÁFICO 4 e APÊNDICE H).

c) Decúbito Lateral Direito (DLD) com BiPAP

A aplicação de BIPAP no grupo jovem influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional em favor do pulmão esquerdo comparando-se esta modalidade com a RE e com CPAP. Houve diferenças com significância estatística para o QPD (41% em DLD em RE vs. 33% em DLD com BIPAP, $p=0,003$) e para o QPE (17% em DLD com CPAP vs. 26% em DLD com BIPAP, $p=0,000$). No grupo idoso não houve diferenças significativas entre o DLD com BIPAP e o mesmo decúbito em RE ou com CPAP (GRÁFICO 6 e APÊNDICE J).

A comparação entre os grupos jovem vs. idoso revelou diferenças significativas para o QPD (33% no grupo jovem vs. 42% no grupo idoso, $p=0,011$), para o QAD (22% no grupo jovem vs. 29% no grupo idoso, IC: $p=0,018$), para o QPE (26% no grupo jovem vs. 14% no grupo idoso, $p=0,001$) (GRÁFICO 3 e APÊNDICE H).

e) Decúbito Lateral Esquerdo (DLE) com BiPAP

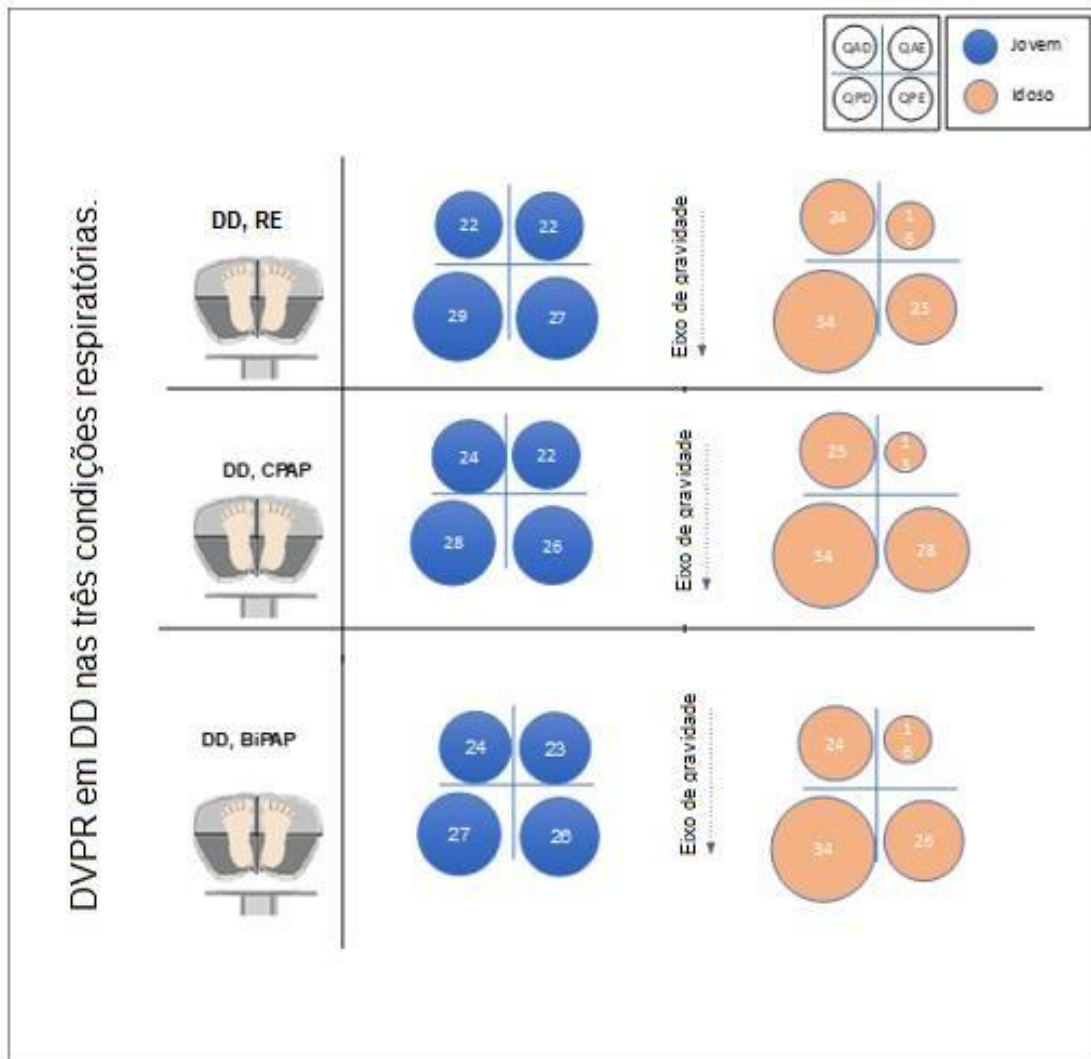
A aplicação de BiPAP no grupo jovem não influenciou de modo significativo a distribuição da ventilação pulmonar regional comparando-se esta modalidade com a RE e com o uso de CPAP no DLE.

Já no grupo idoso a aplicação de BiPAP gerou redistribuição da ventilação para o pulmão esquerdo em comparação à RE, sendo esse efeito estatisticamente significativo para o QPE (39% em DLE com BIPAP vs. 26% em DLE em RE, $p=0,000$), para o QPD (21% em DLE com BIPAP vs. 27% em DLE em RE, $p=0,000$) e para o QAD (14% em DLE com BIPAP vs. 24% em DLE em RE, $p=0,018$). (GRÁFICO 7 e APÊNDICE J).

Houve diferenças entre os grupos, com maior ventilação para o pulmão esquerdo nos idosos, sendo significativa para o QPE (33% no grupo jovem vs. 39% no grupo idoso, $p=0,031$) (GRÁFICO 4 e APÊNDICE K).

O GRÁFICO 3 apresenta a mediana distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito dorsal, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O), nos grupos jovem e idoso. Não houve diferença estatísticas entre as modalidades no DD.

GRÁFICO 3: Mediana distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito dorsal, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BiPAP de 15/5cmH₂O, nos grupos jovem e idoso.

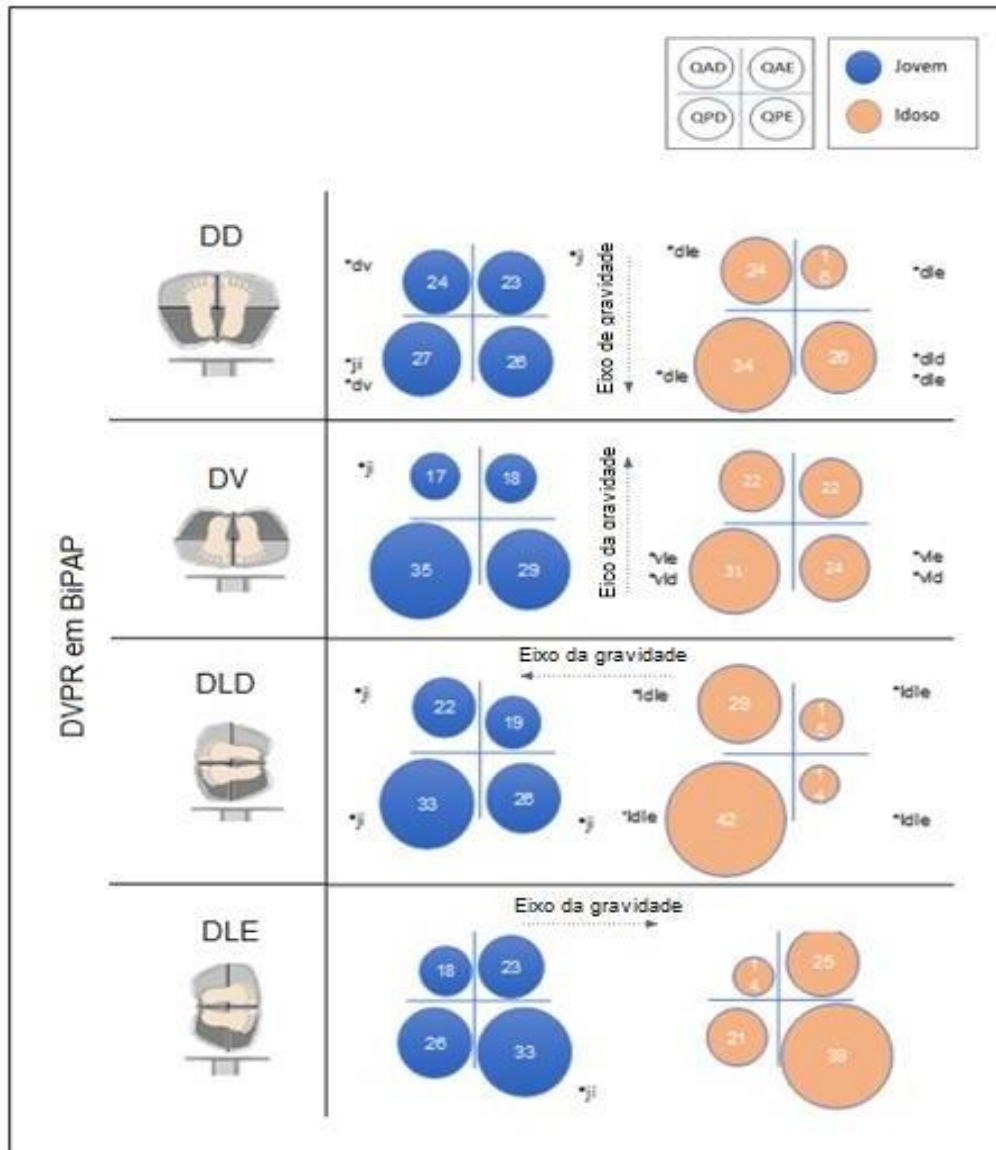


Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0,05$. rc= RE X CPAP; rb= RE X BiPAP; cb= CPAP X BiPAP.

O GRÁFICO 4 representa a mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, na modalidade BiPAP (15/5cmH₂O), nos quatros decúbitos nos grupos jovem e idoso.

GRÁFICO 4: Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, na modalidade BiPAP (15/5cmH₂O), nos quatros decúbitos, nos grupos jovem e idoso.

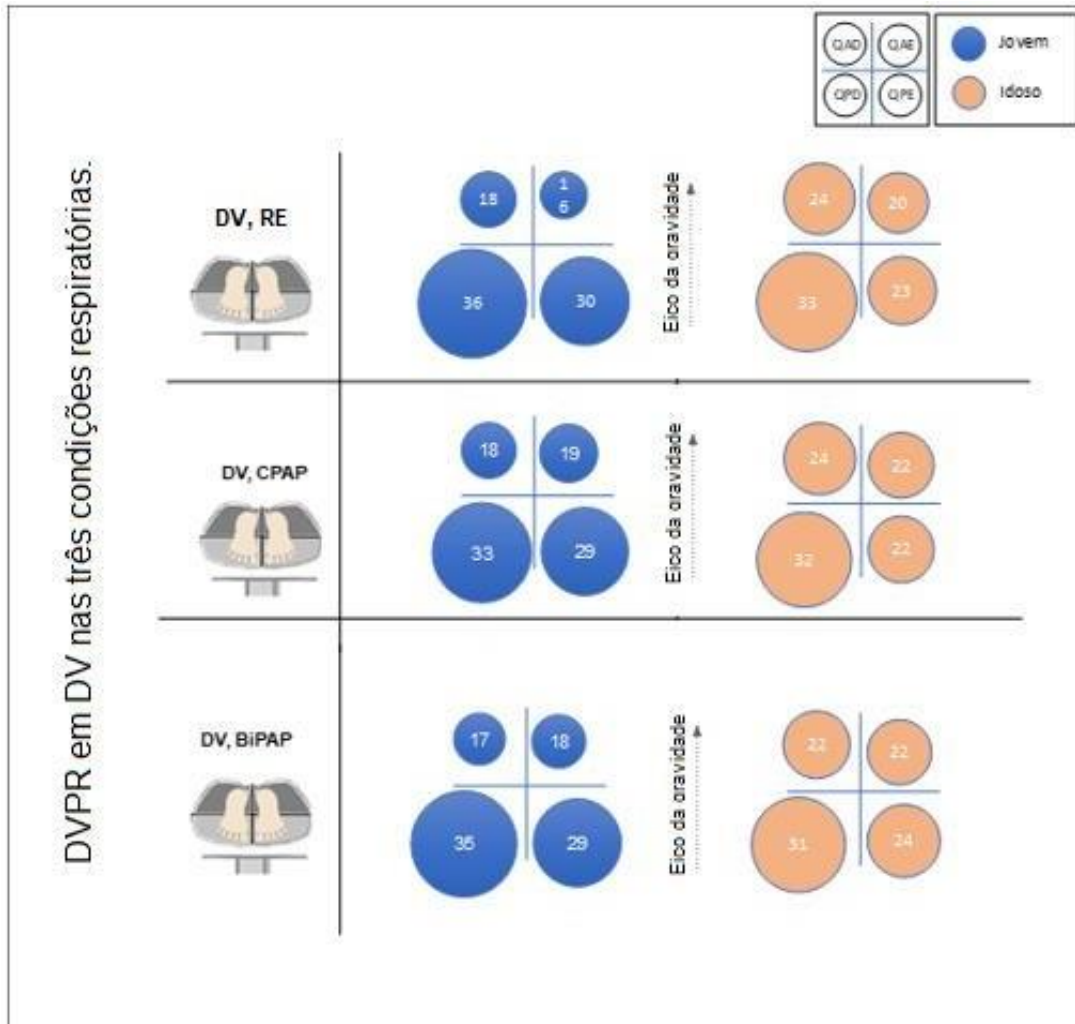


Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. * Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$ nas seguintes situações: ji= jovem X idoso; dv= DD X DV; dld= DD X DLD; dle= DD X DLE; vld = DV X DLD; vle = DV X DLE; ldle= DLD X DLE

O GRÁFICO 5 representa a mediana da distribuição de distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito ventral, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BiPAP de 15/5cmH₂O nos grupos jovem e idoso. Não houve diferença estatística entre as modalidades no DV.

GRÁFICO 5: Mediana da distribuição de distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito ventral, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O nos grupos jovem e idoso.

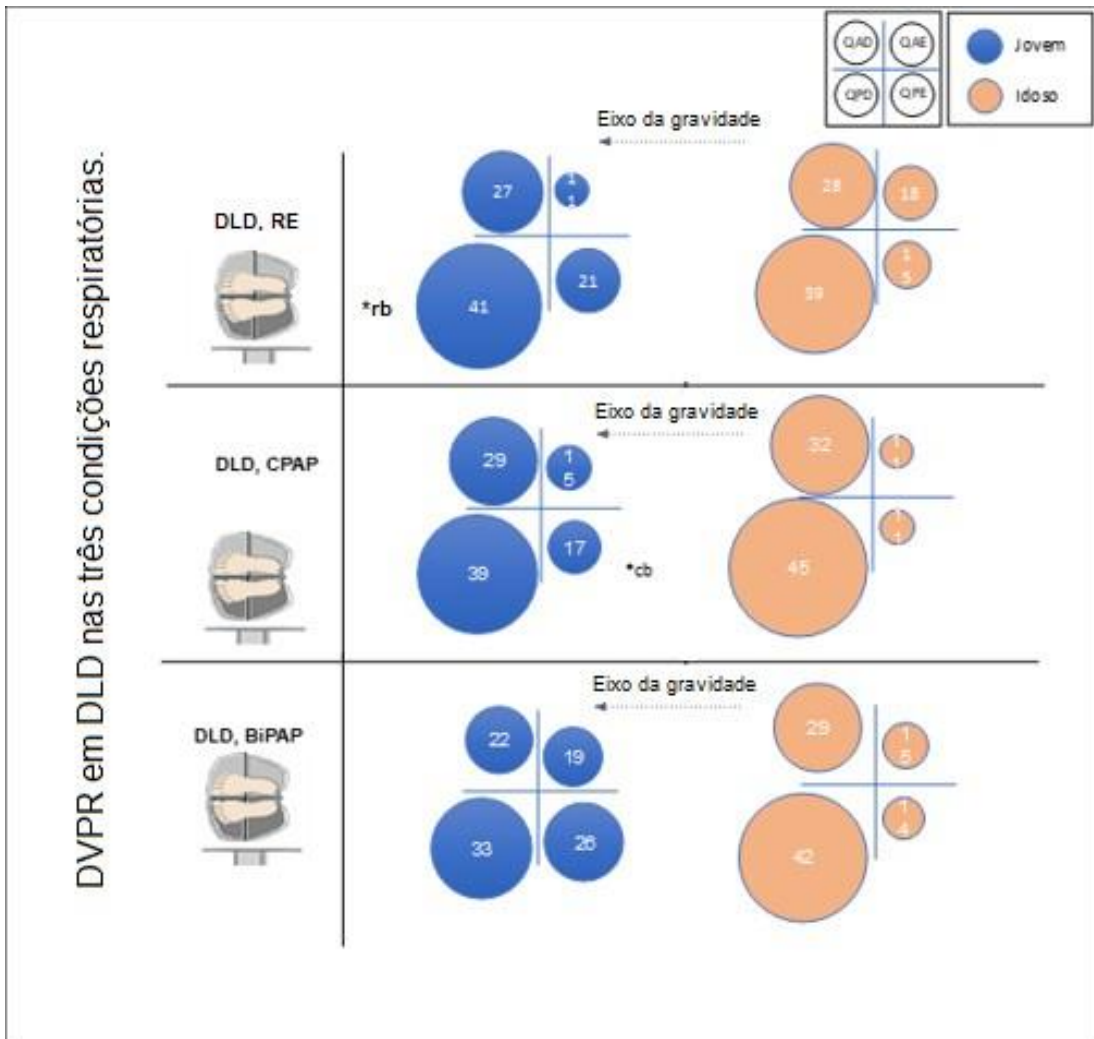


Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aérea. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. Representa diferença estatística entre as médias com $p < 0.05$. rc= RE X CPAP; rb= RE X BiPAP; cb= CPAP X BiPAP.

O GRÁFICO 6 representa a mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral direito, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O, nos grupos jovem e idoso. No grupo jovem encontramos diferença estatísticas entre as modalidades: no QPD: espontânea (41%) e BiPAP (33%) $p=0,003$; no QPE CPAP (17%) e BiPAP (26%) $p=0,000$, O Grupo idoso não teve diferença estatística entre as modalidades.

GRÁFICO 6: Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral direito, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e de BIPAP (15/5cmH₂O) nos grupos jovem e idoso.

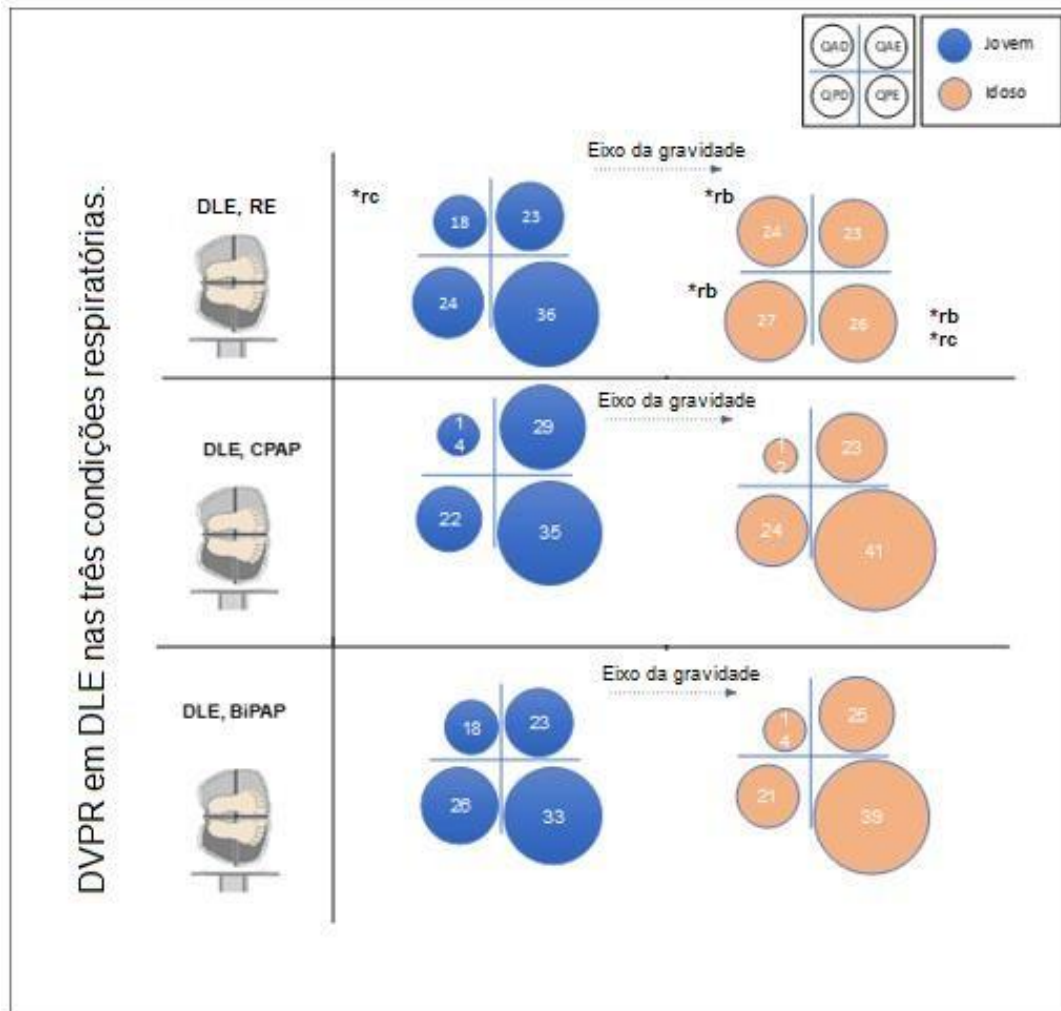


Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$. ec= RE X CPAP; eb= RE X BiPAP; cb= CPAP X BiPAP.

O GRÁFICO 7 apresenta a mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral esquerdo, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O, nos grupos jovem e idoso.

GRÁFICO 7: Mediana da distribuição do % de ventilação pulmonar regional por quadrante, no decúbito lateral esquerdo, em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O, nos grupos jovem e idoso.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aérea. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$. rc= RE X CPAP; rb= RE X BiPAP; cb= CPAP X BiPAP.

4.3 Variáveis Cardiorrespiratórias

Foram analisadas as variáveis de frequência cardíaca, frequência respiratória, volume corrente (VC), volume minuto (VE) saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) e concentração de dióxido de carbono exalado ao final do volume corrente (EtCO₂) e descrita as diferenças estatísticas abaixo (TABELA 2).

A TABELA 2 mostra as médias das variáveis cardiorrespiratórias

TABELA 2: Médias das variáveis cardiorrespiratórias.

Var.	Dec.	RE	CPAP	BiPAP	RE	CPAP	BiPAP
		Jovem			Idoso		
FC (bpm)	DD	74±8	74±9	71±8	73±10	70±10	69±12 ^{*dv}
	DV	75±8	75±8	74±8	76±11	78±14 ^{*vld,vle}	78±17 ^{*vld}
	DLD	73±8	72±8	71±6	67±20	70±9	70±10
	DLE	75±7	70±7	70±7	74±12	69±11	70±12
f (rpm)	DD	14±5	14±3	12±5	16±4	14±4	16±6
	DV	17±4	13±4	14±3	19±7	16±4	15±4
	DLD	14±4	15±5	14±5	18±5	16±5	16±6
	DLE	17±4	15±3	14±5	18±6	16±4	16±4
VC(L)	DD	0,5±0,2	0,5±0,3 ^{*cb}	0,9±0,4	0,6±0,3	0,6±0,2 ^{*cb}	0,9±0,3
	DV	0,5±0,3	0,6±0,2	0,6±0,2	0,5±0,2	0,5±0,1	0,7±0,3
	DLD	0,5±0,2	0,6±0,2	0,7±0,3	0,6±0,3	0,5±0,1	0,8±0,4
	DLE	0,5±0,2	0,7±0,3	0,8±0,3	0,6±0,2	0,5±0,2	0,7±0,3
VE (L/min)	DD	6,6±3	6,9±4	8,8±4	9,3±3	7,8±2 ^{*cb}	13±5
	DV	7,4±6	7,5±3	7,8±2	8,5±3	8,4±2	10±6
	DLD	5,6±1	8,3±4	8,9±3	9,2±5	7,5±3	12±4
	DLE	7,6±4	11±5	9,9±3	9,4±3	7,4±3 ^{*cb}	11±4

Continuação da Tabela 2

SpO₂ (%)	DD	98±0,7	99±1,1	99±1,4	99±1,4	99±0,8	99±1,1
	DV	98±1,2	99±0,7	98±1,1	99±1,5	99±1,3	99±1,1
	DLD	98±1,2	99±0,8	99±1	99±1,9	98±2,9	99±1,1
	DLE	98±1	99±0,5	99±0,8	99±1	99±1	99±1,7
EtCO₂ (mmHg)	DD	39±7* ^{rc}	27±5* ^{dv}	31±5	30±7	27±6	27±6
	DV	41±5* ^{rc,rb}	33±5* ^{vld vle}	32±5	30±8	31±9 * ^{vle}	30±7
	DLD	41±5* ^{ji,rc,rb}	29±5	32±2	30±6	30±7	28±8
	DLE	41±4* ^{ji*rc,rb}	30±4	31±5	28±7	29±8	29±8

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

FC = frequência cardíaca. f= frequência respiratória, VC= volume corrente, VE= volume minuto, SpO₂= saturação periférica de oxigênio e EtCO₂= concentração de dióxido de carbono ao final da expiração, VC= volume corrente, ji= jovem X idoso; dv= DD X DV; dld= DD X DLD; dle= DD X DLE; vld = DV X DLD; vle = DV X DLE; .rc= RE X CPAP; rb= RE X BiPAP; cb= CPAP X BiPAP.

No grupo jovem não houve diferenças significativas quanto a f, VE, IT e SpO₂ entre os quatro decúbitos na RE e na VNI com BiPAP. Durante a VNI com CPAP a EtCO₂ foi menor no DD vs. no DV (27,4 mmHg em DD com CPAP vs. 32,8 mmHg no DV com CPAP, p=0,07), bem como no DLE vs. DV (29,8mmHg em DLE com CPAP vs. 32,8 mmHg no DV com CPAP, p=0.018) e DLD vs. DV (29,5 mm Hg em DLD com CPAP vs. 32,7 mmHg, p=0,032)(TABELA 9 e APÊNDICE L)

A FC foi maior em DV que em DLE (75,3 bpm no DV com CPAP vs. 70,4 bpm no DLE com CPAP, p=0,000). Comparando-se entre os modos de VNI e a RE verificou-se uma menor EtCO₂ no modo CPAP vs. RE no DV (41,2 mmHg no DV em RE vs. 32,8mm Hg no DV em CPAP, p=0,00) e no modo BiPAP vs. RE no DV (41,2 mmHg no DV em RE vs. 32,4 mmHg no DV em BIPAP, p=0,041). TABELA 9 e APÊNDICE M)

O mesmo ocorreu para o DLD no modo CPAP vs. RE (40,5 mmHg no DLD em RE vs. 29,1 mmHg no DLD em CPAP, IC:, p=0,000) e no modo BiPAP vs. RE no DLD (40,5 mmHg no DLD em RE vs. 32,2 mmHg no DLD em BIPAP, IC:, p=0,000) e para o DLE no modo CPAP vs. RE (40,7 mmHg no DLE em RE vs. 29,8 mmHg no DLE em CPAP, p=0,000) e no modo

BiPAP vs. RE no DLE (40,7 mmHg no DLE em RE vs. 31,3 mmHg no DLE em BIPAP, $p=0,000$). Com relação ao VC houve diferença significativa entre os modos CPAP vs. BIPAP no DD (0,49L no DD em CPAP vs. 0,60L no DD modo BIPAP, $p=0,000$) TABELA 9 e APÊNDICE L)

No grupo idoso não houve diferenças significativas quanto a f, EtCO₂, VC e VE entre os quatro decúbitos na RE. No modo CPAP a FC foi maior no DV do que no decúbitos laterais (DLD e DLE), no DLD (77,6 bpm em DV com CPAP vs. 70,5 bpm no DLD com CPAP, $p=0,009$) e do que no DLE (77,6 bpm em DV com CPAP vs. 68,8 bpm em DLE com CPAP, $p=0,000$). No modo BIPAP a FC foi significativamente maior no DV em relação ao DD (78,3 bpm no DV com BIPAP vs. 68,5 bpm em DD com BIPAP, $p=0,006$). e também no DLD (78,3 bpm no DV com BIPAP vs. 69,9 bpm em DLD com BIPAP, $p=0,007$).

Comparando-se entre os modos de VNI e a RE verificou-se um aumento do volume corrente no DD (0,86 L no DD em BiPAP vs. 0,6L no DD em RE, $p=0,002$). do mesmo modo houve um aumento do volume minuto do CPAP para o BiPAP nos decúbitos DD (12,8 L no DD em BiPAP vs. 7,7 L no DD em CPAP, $p=0,007$) e DLD (12,1 L no DD em BiPAP vs. 7,5 L no DD em CPAP, $p=0,011$) (TABELAS 6 e 7).

Comparando-se os grupos jovem vs.. idoso não houve diferenças significativas quanto a f, FC, SpO₂, VC e VM. Apenas a pressão de dióxido de carbono exalado ao final do volume corrente obteve diferença estatística significativa somente em RE nos decúbitos: DLD (40,5 mmHg no grupo jovem e 30 mmHg no grupo idoso; $p=0,004$), DLE (40,7 mmHg no jovem e 28,3 mmHg no idoso; $p=0,000$); e no DV ocorreu uma tendência a tornar-se diferente estatisticamente no DV em RE (jovem 41,2 mmHg e idoso 30,2 mmHg, $p=0,068$) (TABELA 5).

5. DISCUSSÃO

A presente investigação avaliou os efeitos de quatro decúbitos durante a RE e com aplicação de CPAP (10cmH₂O) e BiPAP (15/5cmH₂O) sobre a DVPR durante a respiração calma, em jovens e idosos saudáveis, utilizando TIE como uma ferramenta de imagem funcional. A TIE possui um protocolo bem conceituado na mensuração da heterogeneidade da ventilação pulmonar regional (FRERICHS, 1996; FRERICHS, 2002; REIFFERSCHIED, 2011; RIEDEL, 2005; ERICSSON, 2016) e idosos saudáveis (FRERICHS et al., 2004; KRIEG, et al., 2007; VERBACK, 2012). O presente trabalho expande o conhecimento sobre os estudos pioneiros que avaliaram a DVPR através da TIE em adultos (FRERICHS, 1996; FRERICHS, 2004; REIFFERSCHIED, 2011; RIEDEL, 2005; ERICSSON, 2016) e idosos saudáveis (FRERICHS et al., 2004; KRIEG et al., 2007; VERBACK, 2012).

De acordo com o presente trabalho, os principais achados são resumidos a seguir. As regiões dependentes dos pulmões foram mais ventiladas que as não dependentes durante a respiração em volume corrente, com exceção do decúbito ventral, em que ocorreu o inverso. Tanto o decúbito lateral direito quanto o esquerdo, redistribuíram acentuadamente a ventilação para os pulmões dependentes, mantendo o gradiente ântero-posterior, favorecendo a ventilação na região posterior em todas as condições estudadas. Os idosos tiveram menos ventilação no pulmão esquerdo e mais assimetria em relação à DVPR do que os jovens no decúbito dorsal. O DLE favoreceu uma ventilação mais simétrica em idosos, aumentando a ventilação pulmonar esquerda, atenuando as diferenças entre os pulmões comparando-se aos outros decúbitos. A VNI (CPAP e BiPAP) não alterou significativamente a DVPR comparada à RE nos decúbitos dorsal e ventral. Enquanto aumentou significativamente a DVPR para os pulmões dependentes nos decúbitos laterais em idosos. O modo BiPAP elevou de modo significativo VC, VE e reduziu a EtCO₂. O ETCO₂ em RE foi maior no grupo jovem nos decúbitos DV, DLD e DLE do que nos idosos. A VNI não gerou diferenças entre os grupos nas variáveis estudadas.

A aplicação da VNI (CPAP e BiPAP) no grupo jovem, promoveu redução da EtCO₂, na mudança de condição respiratória de RE para CPAP, em todos os decúbitos, e em RE para BiPAP nos decúbitos DV, DLD e DLE.

A aplicação da VNI BiPAP) promoveu aumento do volume corrente no DD em relação a aplicação da CPAP nos dois grupos; e do volume minuto em relação ao CPAP no DD e DLD, nos idosos.

Este estudo confirma trabalhos prévios sobre a ventilação pulmonar não ser distribuída de modo homogêneo entre as várias unidades pulmonares em indivíduos jovens (FOWLER, CORNISH, KETY, 1952; MILIC-EMILI, et al., 1966) e idosos saudáveis (FRERICHS et al 2004, KRIEG, et al., 2007, VERBACK, 2012). A ventilação foi maior nas regiões dependentes dos pulmões em DD. Os resultados deste estudo são concordantes com investigações anteriores semelhantes que utilizaram a TIE para avaliar o DVPR (FRERICHS, 1996; RIEDEL, 2005; GRANT, 2011), embora dois estudos não tenham confirmado a ventilação dependente da gravidade nesta posição (REIFFERSCHIED, 2011; ERICSSON, 2016). Nossos resultados corroboram outros obtidos por diferentes métodos de imagem funcional, como ressonância nuclear magnética (RNM) de prótons (SÁ, 2014) e tomografia com emissão de pósitrons (PET-CT) (MUSH, 2002). Em geral, os alvéolos nas regiões anteriores, não dependentes da gravidade em DD, são mais aerados, portanto, menos ventilados, e possuem volume em comparação com os das regiões posteriores, isto é, dependentes. A complacência das regiões anteriores e posteriores diferem, portanto, devido ao seu posicionamento diferenciado na curva de volume-pressão de acordo com a influência da gravidade nesta posição (LEVIN, 2017).

Os resultados obtidos no decúbito ventral são intrigantes. A ventilação foi predominante nas partes dorsais dos pulmões, em vez de ser direcionada para as partes anteriores (dependentes) nesse decúbito. É evidente que a gravidade nesse caso não é o único fator a influenciar a DVPR no DV. Outros fatores influenciam nessa distribuição e proporcionam uma maior ventilação em posição dorsal do que ventral (HENDERSON, 2013). Possíveis explicações incluem a conformidade da caixa torácica, as diferenças nas estruturas anatômicas dos pulmões, a geometria fractal da árvore brônquica com suas ramificações assimétricas e a complacência pulmonar regional, favorecendo uma maior ventilação para as regiões dorsais e não dependentes do pulmão durante a respiração espontânea na posição prona (GLENNY, 2009).

A ventilação mais assimétrica foi observada em ambos os decúbitos laterais sendo acentuadamente redistribuída para o pulmão dependente. Esse efeito foi maior para o pulmão direito em DLD, no qual o pulmão dependente recebeu cerca de 2/3 da ventilação total durante a RE. No geral, a ventilação dominante do pulmão direito pode ser explicada pelo fato deste ser maior que a ventilação do pulmão esquerdo.

Krieg et al 2007, estudaram o efeito da posição sentada e em decúbitos laterais na distribuição da ventilação durante a respiração a nível de volume corrente em oito idosos saudáveis, através da inalação de Tecnécio-99m. Eles demonstraram que em decúbito lateral

direito a ventilação foi distribuída em 2/3 para o pulmão dependente em comparação ao esquerdo.

As regiões dorsais foram mais ventiladas que as anteriores em ambos os decúbitos laterais. Esta questão é relacionada não apenas aos fatores gravitacionais mas, também, à anatomia normal pois há mais tecido pulmonar nas regiões posteriores do que nas anteriores. Nossos resultados reforçam estudos prévios com relação aos efeitos das posições laterais (FRERICHS, 1996; FRERICHS, 2004; RIEDEL; RICHARDS; SCHIBLER, 2005, ERICSSON, 2016; GRANT, 2011).

Todos os efeitos da postura sobre o DVPR durante RE também foram demonstrados no grupo de idosos. Nossos resultados são em parte discordantes de um estudo anterior usando a TIE, onde mudanças significativas na distribuição da distribuição de gases ocorreram durante a respiração em repouso nos jovens, mas não nos idosos (FRERICHS, 2004), tais achados podem ser diferentes por se tratarem de um estudo mais antigo com um tomógrafo com menos canais de eletrodos, e menor resolução espacial.

Frerichs et al. (2004), estudaram o grupo jovem e idoso através da TIE analisando a diferença da ventilação pulmonar no pulmão direito e esquerdo em quatro posturas: sentado, dorsal, laterais direito e esquerdo. Encontraram que o pulmão esquerdo é menos ventilado que o direito, no DLD, no grupo jovem. A mudança do decúbito lateral direito para o esquerdo resultou em redistribuição da ventilação altamente significativa da ventilação para o pulmão esquerdo, observada apenas no grupo jovem.

Por outro lado, nossos resultados são concordantes com uma investigação que avaliou a DVPR em indivíduos idosos saudáveis usando imagens de ventilação com Tecnécio-99m (KRIEG, et al., 2007). Neste estudo os idosos mostraram mudanças dependentes da gravidade na ventilação. Além disso, nossos resultados confirmam seus achados mostrando que em DLD o pulmão direito (dependente) recebeu aproximadamente duas vezes a distribuição de ventilação em comparação com o esquerdo (não dependente). Os autores não avaliaram os efeitos do DLE.

No presente trabalho, os idosos apresentavam ventilação mais dominante do pulmão direito em relação à esquerda. Até onde revisamos a literatura, esse achado não foi descrito anteriormente. A ventilação pulmonar torna-se gradualmente mais heterogênea à medida que os adultos envelhecem entre os 25 e os 65 anos de idade, tanto nas zonas pulmonares condutivas como acinares (VERBANCK, 2012). A mobilidade da parede torácica é reduzida, causando uma menor excursão no nível axilar com o aumento da idade (ADACHI et. al., 2015) Se esses fenômenos do envelhecimento estão relacionados aos achados de

ventilação pulmonar assimétrica em idosos na presente investigação não se sabe e merece mais pesquisas.

A VNI (CPAP e BiPAP) não alterou significativamente a DVPR em relação à RE nas posições dorsal e ventral. Nossos dados corroboram os de Riedel et al. (2005) que avaliaram os efeitos da aplicação de CPAP (10cmH₂O) e de pressão de suporte baixa (5cmH₂O) com e sem PEEP de 5cmH₂O, pressão inspiratória máxima de 10cmH₂O, em dez adultos (não idosos) saudáveis. Como diferenças em relação àquele trabalho usamos pressões inspiratórias mais altas de 15cmH₂O no modo BiPAP, gerando valores significativamente maiores no VC e VE, assim como, hiperventilação conforme demonstrado pela redução do EtCO₂. Mesmo com hiperventilação o pulmão dependente recebeu maior proporção do VC do que as regiões não dependentes, com exceção do decúbito ventral. Em outras palavras, a VNI manteve o DVPR mesmo quando resultou em maior VC com BiPAP. Estes resultados sugerem que os mecanismos envolvidos no DVPR, ou seja, a gravidade, a geometria das vias aéreas, a configuração da parede torácica e a conformidade regional local não foram significativamente alterados por CPAP ou BiPAP.

Além disso, foi demonstrado em estudo anterior utilizando a tomografia computadorizada que níveis de CPAP de 10 e de 15cmH₂O causam hiperaeração predominantemente nas áreas ventrais, não dependentes dos pulmões em jovens voluntários sadios em decúbito dorsal (HOLANDA et al, 2010). Este achado sugere que a aplicação de CPAP pode aumentar a hiperaeração na região ventral reduzindo ainda mais a complacência regional nas zonas anteriores. Outros estudos demonstraram que o uso do CPAP produz ventilação pulmonar maior nas zonas dependentes em decúbito lateral direito em adultos saudáveis (WETTSTEIN et al, 2014).

É plausível que a VNI, pelo menos CPAP, possa favorecer a ventilação pulmonar dependente em decúbito dorsal e principalmente em decúbito lateral, causando maior distensão alveolar nas áreas não dependentes dos pulmões. Isso pode não ser sempre o caso com o BiPAP. Nesse modo, a força motriz de insuflação pulmonar é bastante influenciada pela diferença entre IPAP e EPAP (pressão de suporte), o que pode gerar um incremento substancial do volume corrente, como ocorreu no presente estudo, podendo causar efeitos variáveis na DVPR, inclusive um redirecionamento parcial da ventilação para as áreas não-dependentes (CRAWFORD et al., 1986).

Nosso estudo tem limitações. Nossos achados não podem ser comparados a situações clínicas, nem aplicáveis para pacientes sob VM invasiva, especialmente nos casos em que a sedação com ou sem bloqueio neuromuscular é utilizada, mesmo quando o

parênquima pulmonar não esteja comprometido. Nestes cenários, a mecânica respiratória e diafragmática são modificadas pela presença da via aérea artificial na traqueia e pela supressão da função muscular respiratória. Outra limitação é que medimos os efeitos a curto prazo da mudança de decúbito e aplicação de VNI no DVPR. Na prática, os pacientes geralmente necessitam de VNI e mudam de decúbito por um período de tempo mais longo do que aplicamos no presente estudo, inclusive durante o sono. Estudos em cenários clínicos para abordar essas questões são necessários.

O presente estudo tem implicações clínicas. Em cenários com indicação terapêutica visando a melhora da distribuição da ventilação é importante posicionar o paciente sobre a região específica do pulmão a ser tratada, tornando-a região dependente em decúbitos laterais ou em supina que é a região melhor ventilada durante a respiração espontânea. Além disso, aplicar o CPAP ou mesmo o BiPAP pode melhorar ainda mais a ventilação dessas áreas. Os idosos têm a ventilação mais heterogênea do que os jovens, sendo o pulmão esquerdo menos ventilado no idoso. Este fenômeno pode ser revertido pela aplicação do DLE e VNI (BiPAP) em pessoas idosas. Já o decúbito ventral, na prática, somente é aplicado em pacientes intubados com SDRA moderada a grave e sob sedação profunda. A aplicação deste decúbito seria benéfica no direcionamento da ventilação pulmonar para as partes posteriores nos pulmões em pacientes que respirassem espontaneamente. Esse pode ser objeto de futuros estudos.

Finalmente, demonstramos que a DVPR pode ser medida pela TIE, permitindo avaliar os efeitos da mudança de decúbito e VNI na DVPR o que pode ajudar em aplicações futuras em pacientes com condições pulmonares agudas, como pneumonia, exacerbação leve de SDRA e DPOC, especialmente em casos com envolvimento assimétrico do parênquima pulmonar e que pode certamente gerar maior compreensão dos potenciais benefícios fisiológicos e clínicos.

6. CONCLUSÕES

A TIE demonstrou a heterogeneidade e os efeitos da variação de diferentes decúbitos sobre a DVPR em voluntários jovens e idosos

No DD, em respiração espontânea, a DVPR foi direcionada para as regiões posteriores (dependentes) em relação às anteriores (não dependentes), enquanto em DV (posição prona), essa foi maior nos quadrantes posteriores do pulmão (região não dependente) nas três condições respiratórias avaliadas.

A DVPR foi direcionada para o pulmão dependente nos decúbitos laterais direito e esquerdo, nos dois grupos.

No grupo idoso, a ventilação foi maior no pulmão direito do que no esquerdo padrão significativamente diferente do observado no grupo jovem.

A VNI não alterou a DVPR nos DD e DV nos dois grupos

No grupo jovem, a VNI no modo BiPAP, redistribuiu a ventilação em DLD para o pulmão esquerdo, não dependente, em comparação com a RE. A VNI em modo CPAP no DLE intensificou a ventilação para o pulmão esquerdo, dependente, em comparação à RE. No grupo idoso, em DLE, a VNI (CPAP e BiPAP) aumentou de forma significativa a ventilação para o pulmão esquerdo (dependente).

O grupo idoso apresentou menores valores de EtCO₂ do que o jovem em RE em DV, DLD e DLE mas não durante a VNI. A aplicação da VNI (CPAP e BiPAP) no grupo jovem, promoveu redução da EtCO₂ em todos os decúbitos. Estas alterações se acompanharam de um aumento significativo do VC e do VE no modo BiPAP.

REFERÊNCIAS

- AMATO, M. B.; Carvalho C. R. R.; ISOLA, A TOUFEN JÚNIOR C.; FRANÇA, S. A. Ventilação mecânica na Lesão Pulmonar Aguda (LPA) /Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA). III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. **J Bras. Pneumol.**, n. 33, v. 2, p. 54-70, 2007.
- ADACHI, D.; YAMADA, M.; NISHIGUCHI, S.; FUKUTANI, N.; HOTTA, T.; TASHIRO, Y.; MORINO, S.; SHIROOKA, H.; NOZAKI, Y.; HIRATA, H.; YAMAGUCHI, M.; AOYAMA, T. Age-related decline in chest wall mobility: a cross-sectional study among community-dwelling elderly women. **J Am Osteopath Assoc.**, n.115, v. 6, p. 384-9, 2015.
- ALDERSON, P. O.; LINE, B. R. Scintigraphic Evaluation of Regional Pulmonary Ventilation. **Seminars in Nuclear Medicine.**, v. 10, n. 3, p. 218-241, 1980.
- ANDERSSON, B.; LUNDIN, S.; LINDGREN, S.; STENQVIST, O.; ODENSTEDT H. H. End-expiratory lung volume and ventilation distribution with different continuous positive airway pressure systems in volunteers. **Acta Anaesthesiol Scand.**, v. 55, n. 2, p. 157-164, 2011.
- AMICIS, T. C.; JONES, H. A.; HUGHES, J. M. Effect of posture on inter-regional distribution of pulmonary ventilation in man. **Respiration Physiology.**, v. 56, n. 2, p. 145-167. 1984.
- BAYFORD, R. H. Bioimpedance Tomography (Electrical Impedance Tomography). **Annu rev biomed eng.**, v. 8, p. 63-91, 2006.
- BEIN, T.; BISCHOFF, M.; BRÜCKNER, U.; GEBHARDT, K.; HENZLER, D.; HERMES, C et al. S2e guideline: positioning and early mobilisation in prophylaxis or therapy of pulmonary disorders: Revision 2015: S2e guideline of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI). **Anaesthesist.**, v. 64, n. 1, p. 1-26, 2015.
- BODENSTEIN, M.; DAVID, M.; MARKSTALLER, K. Principles of electrical impedance tomography and its clinical application. **Crit Care Med.**, v. 37, n. 2, p. 713-24, 2009.
- BLANKMAN, P.; HASAN, D.; MOURIK, M. S. V.; GOMMERS, D. Ventilation distribution measured with EIT at varying levels of pressure support and Neurally Adjusted Ventilatory Assist in patients with ALI. **Intensive Care Med.**, v. 39, n. 6, p. 1057–1062, 2013.
- BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 03 mar. 2019.
- CARAMEZ, M.P.; BORGES, J. B, TUCCI, M. R.; OKAMOTO, V. N.; CARVALHO, C.R.; KACMAREK R. M.; MALHOTRA, A.; VELASCO, I. T.; AMATO, M. B. Paradoxical responses to positive end-expiratory pressure in patients with airway obstruction during controlled ventilation. **Crit Care Med**, v.33,n.7, p. 1519-28, 2005
- CULVER, B. H.; MARINI, J. J.; BUTLER, J. Lung volume and pleural pressure effects on ventricular function. **J Appl Physiol.**, v. 50, n. 3, p. 630-635, 1981.

CHAMBERLAIN, M. J.; MORGAN, W. K. C.; VINITSKI, S. Factors influencing the regional deposition of inhaled in man. **Clinical Science.**, v. 64, n. 1, p. 69-78, 1983.

CHANG, H.; LAI-FOOK, S. J.; DOMINO, K. B.; SCHIMMEL, C.; HILDEBRANDT, J.; ROBERTSON, H. T. et al. Spatial distribution of ventilation and perfusion in anesthetized dogs in lateral postures. **J Appl Physiol.**, v. 92, n. 2, p. 745-62, 2002.

COSTA, E. L; LIMA, R. G; AMATO, M. B. Electrical impedance tomography. **Curr Opin Crit Care.**, v. 15, n. 1, p. 18-24, 2009.

CRAWFORD, A. B.; MAKOWSKA, M.; Engel, L. A. Effect of tidal volume on ventilation maldistribution. **Respir Physiol.**, v. 66, n. 1, p.11-25,1986.

DEAN, E. Effect of Body Position on Pulmonary Function. **Phys Ther**, v. 65, n. 5, p. 613-618, 1985.

DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA 2013. Disponível em http://www.sbpt.org.br/downloads/arquivos/Dir_VM_2013/Diretrizes_VM2013_SBPT_AMI B.pdf.

ELLIOT, A.; WOODWARD, W. **Statistical Analysis Quick Reference Guidebook**. United States: Sage, 2006.

ERICSSON, E.; TESSELAAR, E.; SJÖBERG, F. Effect of Electrode Belt and Body Positions on Regional Pulmonary Ventilation- and Perfusion-Related Impedance Changes Measured by Electric Impedance Tomography. **PLoS One.**, v. 11, n. 6, p.1-14, 2016.

FORENSE, A.; BRYAN, C. Effect the anesthesia in paralysis diaphragmatic in the man. **Anesthesiology.**, v. 41, n. 3, p. 242-55, 1974.

FOWLER, W. S.; CORNISHER, J. R.; KETY, S. E. Lung function studies VIII. Analysis of alveolar ventilation by pulmonary N₂ clearance curves. **J Clin Invest.**, v. 31, n.1, p. 40-50, 1952.

FRERICHS, I. Electrical impedance tomography (EIT) in applications related to lung and ventilation: a review of experimental and clinical activities. **Physiol Meas.**, v. 21, n. 2, p. 1-21, 2000.

FRERICHS, I.; AMATO, M. B.; VAN KAAM, A. H.; TINGAY, D. G.; ZHAO, Z.; GRZYCHTOL, B. et al. Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDY group. *Thorax.*, v. 72, n. 1, p. 83-93, 2017.

FRERICHS, I.; BRAUN, P.; DUDYKEYVYCH, T.; HAHN, G.; GENÉE, D.; HELLIGE, G. Distribution of ventilation in young and elderly adults determined by electrical impedance tomography. *Respir Physiol Neurobiol.*, v. 143, n. 1, p. 63-75, 2004.

FRERICHS, I.; DARGAVILLE, P. A.; VAN GENDERINGER, H.; MOREL, D. R.; RIMENSBERGER, P. C. Lung volume recruitment after surfactant administration modifies spatial distribution of ventilation. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 174, n. 7, p. 772-9, 2006.

FRERICHS, I.; HAHN, G.; HELLIGE, G. Gravity-dependent phenomena in lung ventilation determined by functional EIT. **Physiol Meas.**, v. 4, p.149-57,1996.

GALVIN, I.; DRUMMOND, G. B.; NIRMALAN, M. Distribution of blood flow and ventilation in the lung: gravity is not the only factor. **Br. J. Anaesth.**, v. 98, n. 4, p. 420-428, 2007.

GALIATSOU, E.; KOSTANTI, E.; SVARNA, E.; KITSAKOS, A.; KOULOURAS, V.; EFREMIDIS, S. C. et al. Prone position augments recruitment and prevents alveolar overinflation in acute lung injury. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 174, n. 2, p. 187-197, 2006.

GLAISTER, D. H.; MILIC-EMILI, J.; BRYAN, A. C. et al. The effects of gravity and acceleration on the lung. Technivision services slough, **England.**, 1970.

GLENNY, R. W. DETERMINANTS OF REGIONAL VENTILATION AND BLOOD FLOW IN THE LUNG. **INTENSIVE CARE MED.**, V. 35, N. 11, P. 1833-1842, 2009.

GLAZIER, J. B.; HUGHES, J. M.; MALONEY, J. E.; WEST, J. B. Vertical gradient of alveolar size in lungs of dogs frozen intact. **J. Appl. Physiol.**, v. 23, n. 3, p. 694- 705, 1967.

GRANT, C. A.; PHAM, T.; HOUGH, J.; RIEDEL, T.; STOCKER, C.; SCHIBLER, A. Measurement of ventilation and cardiac related impedance changes with electrical impedance tomography. **Crit Care.**, v. 15, n.1, p. 1-9, 2011.

GUÉRIN, C.; REIGNIER, J.; RICHARD, J. C.; BEURET, P.; GACOUIN, A.; BOULAIN, T. et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. **N Engl J Med.**, v. 368, n. 23, p. 2159-2168, 2013.

HOLANDA, M. A.; FORTALEZA, S. C. B.; ALVES-DE-ALMEIDA, M.; WINKELER, G. F. P.; REIS, R. C.; FELIX, J. H. S. et al. Continuous Positive Airway Pressure Effects on Regional Lung Aeration in Patients With COPD: A High-Resolution CT Scan Study. **Chest.**, v. 138, n. 2, p. 305-314, 2010.

HOLANDA, M. A.; FORTALEZA, S. C. B.; WINKELER, G. F.P. et al. Effects of the Prone Position on Emphysematous Areas of the Lungs and Its Influence on Nasal CPAP Effects on Lung Overinflation in COPD Patients. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 179, 2009.

HOLANDA MA, SOUSA NP, MELO LT, MARINHO LS, RIBEIRO-FILHO HV, TRONCON LEA, BASTOS VPD, SANTOS AAD, SIQUEIRA RJB. Helping students to understand physiological aspects of regional distribution of ventilation in humans: a experience from the electrical impedance tomography. **Adv Physiol Educ.**, v. 42, n. 4, p. 655-660, 2018.

HUBMAYR, R.D.; WALTERS, B. J.; CHEVALIER, P. A.; RODARTE, J. R.; OLSON, L. E. Topographical distribution of regional lung volume in anesthetized dogs. **J Appl Physiol.**, v. 54, n. 4, p. 1048-56, 1983.

INTERNATIONAL CONSENSUS CONFERENCE IN INTENSIVE CARE MEDICINE. Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 163, n. 1, p. 283-91, 2001.

JANSSENS, J. P. Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. **Clin Chest Med.**, v. 26, n. 3, p. 469-84, 2005.

JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **Eur Respir J.**, v. 13, n.1, p.197-205,1999.

KANEKO, K.; MILIC-EMILI, J.; DOLOVICH, M. B.; DAWSON, A.; BATES, D. V. Regional distribution of ventilation and perfusion as a function of body position. **J Appl Physiol.**, v. 21, n. 3, p.767-77, 1966.

KIM, M. J.; HWANG, H. J.; SONG, H. H. A randomized trial on the effects of body positions on lung function with acute respiratory failure patients. **Intensive Care Med.**, v. 39, n. 5, p. 549-555, 2002.

KOLB, C.; WETSCHEREK, A.; BUZAN, M. T.; WERNER, R.; RANK, C. M.; KACHELRIE, M et al. KRegional Lung Ventilation Analysis Using Temporally Resolved Magnetic Resonance Imaging. **J Comput Assist Tomogr.**, v. 40, n. 6, p. 899-906, 2016.

LEVIN, D. L.; SCHIEBLER, M. L; HOPKINS, S. R. Physiology for the pulmonary functional imager. **Eur J Radiol.**, v. 86, p. 308-312, 2017.

LEVITZKY, M. G. Effects of Aging on the Respiratory System. **The Physiologist**, v .27, n. 2, p. 1-7, 1984.

LIU, S.; MARGULIES, S. S.; WILSON, T. A. Deformation of the dog lung in the chest wall. **J Appl Physiol.**, n. 68, v. 5, p. 1979-87, 1990.

LOWHAGEN, K.; LUNDIN, S.; STENQVIST, O. Regional intratidal gas distribution in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome assessed by electric impedance tomography. **Minerva Anesthesiol.**, v. 76, n. 12, p. 1024–1035, 2010.

MACINTYRE, N. R. Patient-Ventilator Interactions: Optimizing Conventional Ventilation Modes. **Respiratory Care.**, v. 56, n. 1, p. 73-84, 2011.

MARINHO, L. S.; SOUZA, N. P; BARROS, C. A. B. S; MATIAS, M. S; TORRES, L. M; BERALDO, M. A; et al. Avaliação da ventilação pulmonar regional por tomografia de impedância elétrica em paciente com estenose brônquica unilateral pós-tuberculose. **Bras Pneumol.**, v. 39, n. 6, p. 1-5, 2013.

MASE, K.; TAGAMI, M.; IMURA, S.; TOMITA, K.; MONMA, M.; NOZOE, M.; TAKASHIMA, Y. Regional lung volume differences between the side-lying and semi-prone positions. **J Phys Ther Sci.**, v. 28, n. 3, p. 1020-5, 2016a.

MASE, K.; NOGUCHI, T.; TAGAMI, M.; IMURA, S.; TOMITA, K.; MONMA et al. Compression of the lungs by the heart in supine, side-lying, semi-prone positions. **J Phys Ther Sci.**, v. 28, n. 9, p. 2470-2473, 2016b.

MILIC-EMILI J.; HENDERSON J. A. M.; DOLOVICH, M. B.; TROP, D.; KANEKO, K. Regional distribution of inspired gas in the lung. **J Appl Physiol.**, v. 21, n. 3, p. 749-759,1966.

MILIC-EMILI, J.; HERDERSON, J. A. M.; KANEKO, K. Distribution of ventilation as investigated with radio-active gas in the lung. **J.appl. physiol.**, v. 21, p. 63-68, 1966.

MITCHELL, G. F. Effects of central arterial aging on the structure and function of the peripheral vasculature: implications for end-organ damage. **J Appl Physiol.**, v. 105, n. 5, p. 1652-1660, 2008.

PAVIA, D.; BATEMAN, J. R.; SHEAHAN, N. F.; AGNEW, J. E.; CLARKE, S. W. Tracheobronchial mucociliary clearance in asthma: impairment during remission. **Thorax**, v. 40, n. 3, p. 171-75, 1985.

PAPPERT, D.; ROSSAINT, R.; SLAMA, K.; GRÜNING, T.; FALKE, K. J. Influence of positioning on ventilation-perfusion relationships in severe adult respiratory distress syndrome. **Chest.**, v. 106, n. 5, p. 1511-6, 1994.

PELOSI, P; CAIRONI, P; TACCONE, P; BRAZIL L. Pathophysiology of prone positioning in the healthy lung in ALI/ARDS. **Minerva Anesthesiol.**, v. 67, n. 4, p. 238-47, 2001.

PIERSON, D. J. Patient-Ventilator interaction. **Respiratory Care.**, v. 56, n. 2, p. 214-228, 2011.

PUTENSEN, C; WRIGGE, H; ZINSERLING, J. Electrical impedance tomography guided ventilation therapy. **Curr Opin Crit Care.**, v. 13, n. 3, p. 344-50, 2007.

REIFFERSCHIED, F.; ELKE, G.; PULLETZ, S.; GAWELCZYK, B.; LAUTENSCHLAGER, I.; STEINFATH, M. Regional ventilation distribution determined by electrical impedance tomography: Reproducibility and effects of posture and chest plane. **Respirology.**, v.16, n. 3, p. 523–531, 2011.

REHDER, K.; SESSLER, A. D.; RODARTE, J. R. Regional intrapulmonary gas distribution in awake and anesthetized-paralyzed man. **J Appl Physiol.**, v. 42, n. 3, p. 391-402, 1977.

REHDER, K. Postural changes in respiratory function. **Acta Anaesthesiol Scand.**, v. 42, n. 113, p. 13-16, 1998.

RIEDEL, T.; RICHARDS, T.; SCHIBLER, A. The value of electrical impedance tomography in assessing the effect of body position and positive airway pressures on regional lung ventilation in spontaneously breathing subjects. **Intensive Care Med.**, v. 31, n. 11, p. 1522–1528, 2005.

ROSEMBLUM, L. J.; MAUCERI, R. A.; WELLENSTEIN, D. E.; THOMAS, F. D.; BASSANO, D. A.; RAASCH, B. N. et al. Density patterns in the normal lung as determined by computed tomography. **Radiology.**, v. 137, n. 2, p. 309- 416, 1980.

ROUSSOS, C. S.; MARTIN, R. R.; ENGEL, L.A. Diaphragmatic contraction and the gradient of alveolar expansion in the lateral posture. **Journal of Applied Physiology.**, v. 43, n. 1, p. 32–38, 1977b.

ROUSSOS, M. D. C.; MACKLEM, M. D. P. T. The Respiratory Muscles. **N Engl J Med.**, 307, p. 786-797, 1982.

ROCHWERG, B.; BROCHARD, L.; ELLIOTT, M. W.; HESS, D.; NICHOLAS, S. H.; NAVA, S et al., Official ERS/ ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. **Eur Respir J.**, v. 50, n. 2, p. 1-20, 2017.

SÁ, R. C.; ASADI, A. K.; THEIMANN, R.; HOPKINS, S. R.; PRISK, G. K.; DARQUENNE, C. Validating the distribution of specific ventilation in healthy humans measured using proton MR imaging. **J Appl Physiol.**, v. 116, n. 8, p. 1048-1056, 2014.

SCALA R. Challenges on non-invasive ventilation to treat acute respiratory failure in the elderly. **BMC Pulm Med**, v.16, n.1,11-10, 2016

SHARMA, G.; GOODWIN, J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. **Clinical Intervention in Aging.**, v. 1, n.1, p. 253-260, 2006.

TOBIN, M. J.; JUBRAN, A.; LAGHI, F. Patient-ventilator interaction. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 163, n. 5, p. 1059-1063, 2001.

VERBANCK, S.; THOMPSON, B. R.; SCHUERMANS, D.; KALSI, H.; BIDDISCOMBE, M.; STUART-ANDREWS, C et al. Ventilation heterogeneity in the acinar and conductive zones of the normal ageing lung. **Thorax.**, v. 67, n. 9, p. 789-795, 2012.

VICTORINO, J. A.; BORGES, J. B.; OKAMOTO, V. N.; MATOS, G. F.; TUCCI, M. R.; CARAMÉZ, M. P. et al. Imbalances in Regional Lung Ventilation - A Validation Study on Electrical Impedance Tomography. **Am J Respir Crit Care Med.**, v.169, n. 7, p.791–800, 2004.

WEST, J. B. Regional Differences in the Lung. **Chest.**, v. 74, n. 4, p. 426 -437, 1978.

WINKELER, G. F. P. **Efeitos agudos da administração da pressão positiva contínua em vias aéreas de modo não invasivo sobre o parênquima pulmonar de voluntários sadios nas posições supina e prona: alterações na tomografia computadorizada de alta resolução.** 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Clínica) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

WETTSTEIN, M.; RADLINGER, L.; RIEDEL, T. Effect of different breathing aids on ventilation distribution in adults with cystic fibrosis. **PLoS One.**, v. 9, n. 9, p.1-5, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos desenvolvendo uma pesquisa intitulada: **INTERAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA E MUDANÇA DE DECÚBITO SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL: ANÁLISE POR TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA.**

Esta pesquisa tem por objetivo registrar as alterações causadas pela ventilação não-invasiva sobre a ventilação regional dos pulmões através de tomografia de impedância elétrica do tórax, em diferentes posições, em voluntários jovens e idosos.

O senhor será orientado sobre como procederá a pesquisa. Em seguida, será posicionada uma faixa contendo 32 eletrodos ao redor do tórax. Após o devido posicionamento, será sorteada a ordem das posições em que será realizada a pesquisa.

O senhor será monitorado durante cerca de 60 minutos, alternando-se a sua respiração entre a espontânea e a com o uso de suporte ventilatório não-invasivo (VNI), sendo registrado o padrão ventilatório na impedância elétrica em quatro posições diferentes. Este procedimento, não lhe trará nenhum dano importante, e o risco será muito pequeno, uma vez que será realizado utilizando-se de pessoal treinado, e em ambiente e materiais adequados.

Os dados do exame serão mantidos em sigilo, e somente utilizados para esta pesquisa. Os resultados gerais serão apresentados e publicados em revistas científicas, sem sua identificação.

A pesquisa não tem fins lucrativos, portanto, a sua participação no estudo, não lhe trará nenhum ganho financeiro exceto, pelo seu orgulho de ter contribuído para o desenvolvimento científico do país.

Assim, gostaríamos de contar com a sua participação nesta pesquisa, contudo o senhor tem liberdade de desistir ou interromper a participação neste estudo, sem a necessidade de qualquer explicação e sem que isto venha a interferir no seu atendimento médico nesta instituição.

IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS POR ESTE TRABALHO

Nome: Liégina Silveira Marinho

Marcelo Alcântara Holanda

Telefone para contato: Liégina Silveira Marinho: (0**85)86074512

Marcelo Alcântara Holanda: (0**85)9973-07-14 ou

3366-8110

Quaisquer dúvidas sobre a participação nessa pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa. Telefone: (0**85) 3366-8589 /4011-8213

Tendo sido informado sobre a pesquisa, **INTERAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA E MUDANÇA DE DECÚBITO SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL: ANÁLISE POR TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA**, concordo em participar da mesma. Ressaltando que estou ciente de que terei garantido os direitos, segundo a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e Ministérios da Saúde.

Fortaleza ____ de _____ de 201__.

Nome: _____ Idad

e, R.G.nº _____ órgão emissor _____

Residente e domiciliado à: _____

Digital

Participante do estudo

Pesquisador Responsável

Testemunha

APÊNDICE B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

HUWC/UFC
Comitê de Ética em Pesquisa
Cód CEP- 095-09.10



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO WALTER CANTÍDIO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Rua Capitão Francisco Pedro, 1290 – Rodolfo Teófilo – 60.430-370 – Fortaleza-CE
FONE: (85) 3366-8589 / 3366-8613 E-MAIL: cephuwc@huwc.ufc.br

Protocolo nº: 095.09.10

Pesquisador(a) Responsável: Liégina Silveira Marinho

Departamento / Serviço:

Título do Projeto: “Impacto da respiração com pressão positiva sobre a ventilação pulmonar regional em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): análise por tomografia de impedância elétrica”

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Walter Cantídio analisou, na reunião do dia 27/09/10, o projeto de pesquisa supracitado e, baseando-se nas normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções CNS 196/96, 251/97, 292/99, 303/00, 304/00, 347/05, 346/05), resolveu classificá-lo como: **APROVADO**.

Salientamos a necessidade de apresentação de relatório ao CEP-HUWC da pesquisa dentro de 12 meses (data prevista: 27/09/11).

Fortaleza, 5 de outubro de 2010.


Dra. Maria de Fátima de Souza
Coordenadora do CEP - HUWC

APÊNDICE C – TABELA 3– CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, ANTROPOMÉTRICAS E ESPIROMÉTRICAS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A TABELA 3 mostra as características demográficas, antropométricas e espirométricas dos participantes da pesquisa.

TABELA 3– Características demográficas, antropométricas e espirométricas dos participantes da pesquisa.

Vol	Sexo	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (kg/m²)	CVF (L, % previsto)	VEF₁ (L, % previsto)	VEF₁/CVF (% absoluto)
Grupo jovem								
1	F	25	56	1,61	22	3,80 (105%)	3,23 (102%)	85%
2	F	26	57	1,6	22	3,39 (93%)	2,64 (86%)	80%
3	M	28	77	1,74	25	4,48 (87%)	3,91 (85%)	87%
4	M	26	73	1,79	23	4,81 (102%)	4,21 (105%)	88%
4	F	24	60	1,65	22	3,20 (98%)	2,87 (99%)	90%
6	F	25	64	1,55	27	3,2 (86%)	2,7 (86%)	86%
7	M	30	85	1,79	27	5,04 (96%)	3,99 (89%)	79%
8	M	22	65	1,73	22	4,5 (94%)	4,3 (100%)	96%
9	M	24	84	1,83	25	4,56 (96%)	4,29 (92%)	94%
10	F	26	54	1,45	26	3,3 (99%)	2,9 (98%)	90
Grupo idoso								
11	M	65	70	1,59	28	2,78 (84%)	2,37 (93%)	69%

 Continuação da Tabela 3.

12	F	63	79	150	35	2,33 (93%)	1,84 (94%)	79%
13	M	69	71	165	26	2,92 (81%)	2,45 (90%)	77%
14	F	63	54	156	22	2,67 (97%)	2,19 (101%)	82%
13	M	67	68	160	27	2,92 (88%)	2,32 (91%)	79%
16	F	62	78	175	25	3,13 (87%)	2,55 (90%)	81%
17	M	72	97	170	34	3,02 (80%)	2,34 (82%)	79%
18	F	60	57	160	22	2,48 (83%)	2,02 (85%)	81%
19	M	65	80	180	25	3,72 (82%)	2,88 (81%)	77%
20	F	66	53	155	22	2,12 (80%)	1,82 (88%)	87%

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

Vol.: voluntários, *IMC= índice de massa corpórea, CVF = capacidade vital forçada, VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo, kg: quilograma, m: metro, L: litro, s: segundo. É VEF₁/CVF e deve ser expresso o valor absoluto e o percentual

APÊNDICE D – TABELA 4– DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE AS MEDIANAS DO % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE ENTRE OS QUATRO DECÚBITOS EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA, DENTRO DO GRUPO JOVEM E DENTRO DO GRUPO IDOSO.

A TABELA 4 representa a diferença estatística entre as medianas do % de ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatro decúbitos em respiração espontânea, dentro do grupo jovem e dentro do grupo idoso.

TABELA 4: Diferença estatística entre as medianas do % de ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatro decúbitos em respiração espontânea, dentro do grupo jovem e dentro do grupo idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Grupo Jovem			
DD RE QAE (22%) x DV RE QAE (16%)	6,63	1,35 -11,9	0,000
DD RE QPD (29%) x DLD RE QPD (41%)	-12,07	-17,44 -6,71	0,000
DD RE QAE (22%) x DLD RE QAE (11%)	11,07	6,61 -16,13	0,000
DD RE QPE (27%) x DLE RE QPE (23%)	-8,85	-16,74 -1,96	0,005
DV RE QPE (30%) x DLD RE QPE (21%)	8,67	-0,21 -17,12	0,032
DV RE QPD (36%) x DLE RE QPD (24%)	12,44	5,99 -18,9	0,000
DV RE QAE (16%) x DLE RE QAE (23%)	-7,19	-12,34 -2,04	0,000
DLD RE QPD (41%) x DLE RE QPD (24%)	17,27	7,08 -27,45	0,000
DLD RE QAE (11%) x DLE RE QAE (23%)	-11,63	-22,75 -0,51	0,022
DLD RE QPE (21%) x DLE RE QPE (36%)	-14,73	-27,44 -1,02	0,002
Grupo Idoso			
RE QPD DLD (39 %) x RE QPD DLE (27%)	11,54	1,56 -21,52	0,003

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. *Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$

APÊNDICE E – TABELA 4– DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE AS MEDIANAS DO % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE E NOS QUATROS DECÚBITOS, NA RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA, ENTRE OS GRUPOS JOVEM E IDOSO

A TABELA 5 apresenta as diferenças estatísticas entre as medianas da distribuição % de ventilação pulmonar regional por quadrante nos quatros decúbitos, na respiração espontânea, entre os dois grupos e dentro de cada grupo.

TABELA 5: Diferença estatística entre as medianas do % de ventilação pulmonar regional por quadrante e nos quatros decúbitos, na respiração espontânea, entre os grupos jovem e idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
DD RE QPD jovem (29%) x DD RE QPD idoso (34%)	4,90	1,53 I-I 8,3	0,007
DD RE QAE jovem (22%) x DD RE QAE idoso (18%)	-4,28	-8,15 I-I -0,41	0,032
DV RE QPE jovem (30%) x DV RE QPE idoso (23%)	-6,79	-12,9 I-I -0,68	0,031
DV RE QAD jovem (18%) x DV RE QAD idoso (24%)	6,78	-11,99 I-I -1,6	0,023
DLD RE QAE jovem (11%) x DLD RE QAE idoso (18%)	-6,53	0,92 I-I 12,14	0,025
DLD RE QPE jovem (21%) x DLD RE QPE idoso (15%)	-5,38	-10,82 I-I 0,05	0,052*
DLE RE QPE jovem (36%) x DLE RE QPE idoso (26%)	-9,49	-17,14 I-I -1,81	0,0018

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. *Representa a tendência a tornar-se estatisticamente significativa.

APÊNDICE F – TABELA 6– DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE O % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE E OS QUATROS DECÚBITOS, NA MODALIDADE CPAP DE 10CMH₂O, ENTRE OS GRUPOS JOVEM E IDOSO.

A TABELA 6 mostra a diferença estatística entre o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatros decúbitos, na modalidade CPAP de 10cmH₂O, nos grupos.

TABELA 6: Diferença estatística entre o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatros decúbitos, na modalidade CPAP de 10cmH₂O, entre os grupos jovem e idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Jovem x idoso			
DD CPAP QPD jovem 28% x DD CPAP QPD idoso (34%)	-6,789	1,45 I-I 12,1	0,016
DD CPAP QAE jovem (19%) x DD CPAP QAE idoso (13%)	-9,03	-13,19 I-I -3,86	0,002
DV CPAP QPE jovem (29%) x DV CPAP QPE idoso (22%)	7,21	-14,44 I-I 0,018	0,051*

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. *Representa a tendência a tornar-se estatístico.

APÊNDICE G – TABELA 7– DIFERENÇA ESTATÍSTICA DO % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE ENTRE OS QUATROS DECÚBITOS, NO CPAP DE 10CMH₂O, DENTRO DOS GRUPOS JOVEM E DENTRO DO GRUPO IDOSO.

A TABELA 7 mostra a diferença estatística entre o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatros decúbitos, na modalidade CPAP de 10cmH₂O, no grupo jovem e no grupo idoso.

TABELA 7: Diferença estatística do % de ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatros decúbitos, no CPAP de 10cmH₂O, dentro dos grupos jovem e dentro do grupo idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Diferença estatística entre os decúbitos no grupo jovem			
DD CPAP QPD (28%) x DLD CPAP QPD (39%)	11,51	22,47 I-I -0,53	0,021
DD CPAP QAE (22%) x DLD CPAP QAE (15%)	7,59	0,003 I-I 15,18	0,050
DD CPAP QPE (26%) x DLD CPAP QPE (17%)	8,53	0,38 I-I 16,68	0,022
DV CPAP QPE (29%) x DLE CPAP QPE (35%)	11,95	3,35 I-I 20,54	0,000
DV CPAP QPD (33%) x DLE CPAP QPD (22%)	11,27	0,23 I-I 22,3	0,034
DV CPAP QAE (19%) x DLE CPAP QAE (29%)	-9,38	13,98 I-I -4,78	0,000
DLD CPAP QAE (15%) x DLE CPAP QAE (29%)	14,17	27,07 I-I -1,26	0,008
Diferença estatística entre os decúbitos no grupo idoso			
DD CPAP QPE (28%) x DLD CPAP QPE(11%)	16,34	6,3 I-I 26,37	0,00
DD CPAP QAD (25%) x DLE CPAP QAD (12%)	13,19	1,6 I-I 24,75	,004
DD CPAP QAE (13%) x DLE CPAP QAE (23%)	10,20	20,27 I- I-0,12	,041
DD CPAP QPE (28%) x DLE CPAP QPE (41%)	13,25	25,26 I-I -1,23	,008
DLD CPAP QAD (32%) x DLE CPAP QAD (12%)	20,80	7,32 I-I 34,27	,000
DLD CPAP QPD (45%) x DLE CPAP QPD (24%)	21,48	5,47 I-I 37,49	,000
DLD CPAP QAE (11%) x DLE CPAP QAE (23%)	12,37	24,64 I-I -0,09	,043
DLD CPAP QPE (11%) x DLE CPAP QPE(41%)	29,58	46,6 I-I -12,51	,000

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. *representa a tendência a tornar-se estatístico.

APÊNDICE H – TABELA 8– DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE O % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE E OS QUATROS DECÚBITOS, NA MODALIDADE BIPAP (15/5CMH₂O), ENTRE OS GRUPOS JOVEM E IDOSO.

A TABELA 8 mostra a diferença estatística entre o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatro decúbitos, na modalidade BiPAP (15/5cmH₂O), no grupo jovem e idoso.

TABELA 8: Diferença estatística entre o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e os quatro decúbitos, na modalidade BiPAP (15/5cmH₂O), entre os grupos jovem e idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Jovem x Idoso			
DD BiPAP QPD jovem (27%) x DD BiPAP QPD idoso (34%)	-6,56	1,05 I-I 12,06	0,022
DD BiPAP QAE jovem (23%) x DD BiPAP QAE idoso (16%)	-7,69	-12,73 I-I -2,66	0,005
DV BiPAP QAD jovem (17%) x DV BiPAP QAD idoso (22%)	-5,23	-13,61 I-I -0,84	0,019
DLD BiPAP QPD jovem (33%) x DLD BiPAP QPD idoso (42%)	-9,30	2,43 I-I 16,17	0,011
DLD BiPAP QAD jovem (22%) x DLD BiPAP QAD idoso (29%)	-7,11	1,38 I-I 12,82	0,018
DLD BiPAP QPE jovem (26%) x DLD BiPAP QPE idoso (14%)	-12,08	-18,03 I-I -6,13	0,001
DLE BiPAP QPE jovem (33%) x DLE BiPAP QPE idoso (39%)	-6,18	0,65 I-I 11,72	0,031

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. * Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$

APÊNDICE I – TABELA 9– DIFERENÇA ESTATÍSTICA DO % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE ENTRE OS QUATROS DECÚBITOS, NO BIPAP(15/5CMH₂O), DENTRO DOS GRUPOS JOVEM E DENTRO DO GRUPO IDOSO.

A TABELA 9 representa a diferença estatística do % de ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatros decúbitos, no BiPAP(15/5cmH₂O), dentro dos grupos jovem e dentro do grupo idoso.

TABELA 9: Diferença estatística do % de ventilação pulmonar regional por quadrante entre os quatros decúbitos, no BiPAP(15/5cmH₂O), dentro dos grupos jovem e dentro do grupo idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Grupo Jovem			
DD BiPAP QAD (24%) x DV BiPAP QAD (17%)	6,39	0,51 I-I 12,3	0,010
DD BiPAP QPD (27%) x DV BiPAP QPD (35%)	-8,21	-14,9 I-I -1,42	0,001
Grupo Idoso			
DD BiPAP QPE (26%) x DLD BiPAP QPE (14%)	12,59	3,96 I-I 21,22	0,000
DD BiPAP QAD (24%) x DLE BiPAP QAD (14%)	10,12	0,46 I-I 19,77	0,021
DD BiPAP QPD (34%) x DLE BiPAP QPD (21%)	12,53	1,69 I-I 23,36	0,003
DD BiPAP QAE (16%) x DLE BiPAP QAE (25%)	-9,71	-18,30 I-I -1,11	0,004
DD BiPAP QPE (26%) x DLE BiPAP QPE (39%)	-12,75	-19,20 I-I -6,28	0,000
DV BiPAP QPD (34%) x DLD BiPAP QPD (42%)	-10,83	-20,20 I-I -1,45	0,003
DV BiPAP QPE (24%) x DLD BiPAP QPE (14%)	15,76	8,43 I-I 23,1	0,000
DV BiPAP QPD (31%) x DLE BiPAP QPD (21%)	10,25	0,67 I-I 19,8	0,014
DV BiPAP QPE (24%) x DLE BiPAP QPE (39%)	-9,58	-17,08 I-I -2,07	0,000
DLD BiPAP QAD (29%) x DLE BiPAP QAD (14%)	14,66	0,19 I-I 29,12	0,039
DLD BiPAP QPD (42%) x DLE BiPAP QPD (21%)	21,08	13,12 I-I 29,03	0,000
DLD BiPAP] QAE (15%) x DLE BiPAP QAE (25%)	-10,40	-17,64 I-I -3,15	0,000

DLD BiPAP QPE (14%) x DLE BiPAP QPE (39%)	-25,34	-34,12	I-I	-16,5	0,000
---	--------	--------	-----	-------	-------

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. * Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$

APÊNDICE J – TABELA 10– DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE OS DECÚBITOS E O % DE VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL POR QUADRANTE E EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA, EM USO DE CPAP DE 10CMH₂O E BIPAP DE 15/5CMH₂O, PARA UM MESMO DECÚBITO, NOS DECÚBITOS LATERAIS, NOS GRUPOS JOVEM E IDOSO.

A TABELA 10 apresenta a diferença estatística entre os decúbitos e o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O, para um mesmo decúbito, nos decúbitos laterais, nos grupos jovem e idoso.

TABELA 10: Diferença estatística entre os decúbitos e o % de ventilação pulmonar regional por quadrante e em respiração espontânea, em uso de CPAP de 10cmH₂O e BIPAP de 15/5cmH₂O, para um mesmo decúbito, nos decúbitos laterais, nos grupos jovem e idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Diferença estatística entre os decúbitos no grupo jovem			
DLD RE QPD (41%) x DLD BiPAP QPD (33%)	8,08	1,01 I-I 15,15	0,003
DLD CPAP QPE (17%) x DLD BiPAP QPE (26%)	-8,42	-14,83 I-I -2,0	0,000
DLE RE QAE (23%) x DLE CPAP QAE (29%)	-5,93	-8,94 I-I -2,9	0,000
Diferença estatística entre os decúbitos no grupo idoso			
DLE RE QPE (26%) x DLE CPAP QPE (41%)	-14,93	-27,98 I-I -1,8	0,003
DLE RE QAD (24%) x DLE BiPAP QAD (14%)	9,23	0,49 I-I 17,97	0,018
DLE RE QPD (27%) x DLE BiPAP QPD (21%)	6,05	0,13 I-I 11,97	0,033
DLE RE QPE (26%) x DLE BiPAP QPE (39%)	-12,86	-22,0 I-I -3,71	0,000

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dif.: diferença, DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. * Representa diferença estatística entre as médias com $p \leq 0.05$

APÊNDICE K – TABELA 11: DIFERENÇA ESTATÍSTICA DA CONCENTRAÇÃO DE DE DIÓXIDO DE CARBONO AO FINAL DA EXPIRAÇÃO (ETCO₂) ENTRE OS GRUPOS JOVEM E IDOSO.

TABELA 11: Diferença estatística da concentração de de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂) entre os grupos jovem e idoso.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Grupo jovem x grupo idoso			
DLD RE jovem (40,5) X DLD RE idoso (29,4)	10.57	-19,7 I-I -1,42	0,004
DLE RE jovem (40,7) X DLE RE idoso (28,3)	12.42	-21,83 I-I -3,00	0,000
DV RE jovem (41,2) X DV RE idoso (30,2)	10.57	-22,21 I-I 0,23	0,068

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, ESP= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. FC = frequência cardíaca. f= frequência respiratória, VC= volume corrente, VE= volume minuto, SpO₂= saturação periférica de oxigênio e EtCO₂= concentração de dióxido de carbono ao final expiração. * Representa diferença estatística entre as médias com p≤0.05.

APÊNDICE L – TABELA 12: DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE AS VARIÁVEIS NOS QUATROS DECÚBITOS PARA UMA MESMA MODALIDADE RESPIRATÓRIA.

TABELA 12: Diferença estatística entre as variáveis nos quatros decúbitos para uma mesma modalidade respiratória.

Análise	Dif. média	Intervalo de Confiança	p
Grupo jovem			
- Concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂, mmHg)			
DD CPAP (27,4) X DV CPAP (32,8)	-5.3871	-10,18 I-1-,59	0,007
DV CPAP (32,8) X DLD CPAP (29)	3.7057	0,10I-17,30	0,032
DV CPAP (12,1I) X DLE CPAP (29,8)	2.9743	0,18I-15,76	0,018
- Frequência cardíaca (bpm)			
DV CPAP (75,3) X DLE CPAP (70,4)	4.8271 ^a	1,60 I-1 8,05	0,000
Grupo idoso			
- Frequência cardíaca (bpm)			
DV CPAP (77,5) X DLD CPAP (70,3)	7.2000 ^a	0,69I-113,7	0,009
DV CPAP (77,5) X DLE CPAP (68,8)	8.7800 ^a	2,46I-115,09	0,000
DD BiPAP (68,5) X DV BiPAP (78,3)	- 9.7500 ^a	-18,34 I-1-1,15	0,006
DV BiPAP (68,5) X DLD BiPAP (69,9)	8.5400 ^a	0,94I-116,14	0,007

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. FC = frequência cardíaca. f= frequência respiratória, VC= volume corrente, VE= volume minuto, SpO₂= saturação periférica de oxigênio e EtCO₂= concentração de dióxido de carbono ao final da expiração. * Representa diferença estatística entre as médias com p≤0.05

APÊNDICE M – TABELA 13: DIFERENÇA ESTATÍSTICA ENTRE AS VARIÁVEIS EM MESMO DECÚBITO NAS TRÊS MODALIDADES RESPIRATÓRIAS.

TABELA 13: Diferença estatística entre as variáveis em mesmo decúbito nas três modalidades respiratórias.

Análise	Dif. média	Intervalo de confiança	p
Grupo jovem			
Concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂ mmHg)			
DD RE (39,1) x DD CPAP (27,4)	11,70	2,29 I-I 21,10	0,001
DV RE (41,2) x DV CPAP (32,7)	8.4329 ^a	4,26 I-I 12,60	0,000
DV RE (41,2) x DV BiPAP (32,4)	8.8186 ^a	0,12 I-I 17,51	0,041
DLD RE (40) x DLD CPAP (27,4)	11.4529 ^a	5,33 I-I 17,57	0,000
DLD RE (40) x DLD BiPAP (32,2)	8.3221 ^a	1,94 I-I 14,69	0,000
DLE RE (40,7) x DLE CPAP (29,8)	10.9214 ^a	8,07 I-I 13,77	0,000
DLE RE (40,7) x DLE BiPAP (31,3)	9.4286 ^a	2,79 I-I 16,06	0,000
- Volume corrente (l)			
DD CPAP (0,49) x DD BiPAP (0,85)	-0,3559 ^a	-0,623 I-I -0,891	0,000
Continuação da Tabela 13:			
Grupo idoso			
- Volume corrente (l)			
DD CPAP (0,6) x DD BiPAP (0,86)	-0,2639 ^a	-0,482 I-I -0,459	0,002
Volume minuto (l)			
DD CPAP (7,7) x DD BiPAP (12,8)	-5.0103 ^a	-9,21 I-I 2,29	0,007
DLD CPAP (7,5) x DLD BiPAP (12,1)	-4.5557 ^a	-8,70 I-I -0,412	0,011

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

DD= decúbito dorsal, DV= decúbito ventral, DLD= decúbito lateral direito, DLE= decúbito lateral esquerdo, RE= respiração espontânea, CPAP= pressão positiva contínua na via aéreas. BiPAP= dois níveis de pressão na via aérea. FC = frequência cardíaca. f= frequência respiratória, VC= volume corrente, VE= volume minuto, SpO₂= saturação periférica de oxigênio e EtCO₂= concentração de dióxido de carbono ao final expiração. * Representa diferença estatística entre as médias com p≤0.05.