Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2018

Efeitos dos diferentes decúbitos sobre a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Mayara Holtz de Paula

Dissertação de Mestrado

MAYARA HOLTZ DE PAULA

EFEITOS DOS DIFERENTES DECÚBITOS SOBRE A RESISTÊNCIA
DO SISTEMA RESPIRATÓRIO EM SUJEITOS EUTRÓFICOS E
OBESOS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho
Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto da Universidade de São Paulo

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Ada Clarice Gastaldi

Ribeirão Preto

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional e eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Comunicação
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

De Paula, Mayara Holtz

Efeito dos diferentes decúbitos sobre a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos / Mayara Holtz de Paula; orientadora Ada Clarice Gastaldi – Ribeirão Preto, 2018.

63f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Departamento de Medicina, Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor. Área de concentração: Fisioterapia.

1. Obesidade 2. Função pulmonar 3. Oscilometria

Nome: Mayara Holtz de Paula

Título: Efeito dos diferentes decúbitos sobre a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para
obtenção de título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.	_____
Instituição	_____
Julgamento	_____
Prof. Dr.	_____
Instituição	_____
Julgamento	_____
Prof. Dr.	_____
Instituição	_____
Julgamento	_____

*Dedico este trabalho aos meus pais **Fábio** e **Eloisa** e ao meu irmão **Pedro**, por ser meu alicerce não me deixando cair em nenhum momento sob nenhuma circunstância. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora professora **Ada Clarice Gastaldi**, por me receber tão prontamente em seu laboratório. Obrigada pelos ensinamentos transmitidos, pelas experiências e oportunidades que tive e por sua dedicação à ciência. Sem ela esse trabalho não seria possível.

Aos meus colegas de laboratório **Letícia Souza, Esther Wilches, Bruna Xavier, Alessandra Lago, Beatriz Galli, Ivan Ottoni, Maytê Assunção, Ricardo Moroli e Taiana Zancheta**, pela amizade e companheirismo do dia a dia e pela troca de conhecimentos e experiências.

Um agradecimento especial à **Larissa Perossi** e à **Daniele Oliveira**, por se tornarem minhas grandes amigas nesse período, por fazerem dos dias difíceis mais tranquilos e por estarem sempre ao meu lado prontas para tudo.

Às minhas amigas, **Milena Guimarães, Paula Calori e Ana Cristina Cervi**, pela amizade, companheirismo e por todo apoio recebido nesses dois anos, obrigada por transformarem nossa casa em um lar.

À **Juliana, Angelina, Camila e Isadora**, amigas de infância que mesmo de longe estavam sempre presentes nos momentos tristes e felizes. Obrigada por sempre me apoiarem e por provarem que amizades com mais de dez anos devem ser cultivadas para a vida toda.

Ao **Victor** que me acompanha desde que comecei neste trabalho, obrigada por ser o melhor companheiro, pelos momentos de carinho, amor, atenção, compreensão, alegria e paciência.

À professora **Marisa de Cássia Registro Fonseca**, minha orientadora na Iniciação Científica, responsável por toda a base adquirida no meio da pesquisa. Obrigada pelo carinho de sempre e pela confiança durante toda a graduação.

À **Ana Paula Manfio** técnica de laboratório e à **Elizabet Sobrani**, técnica em espirometria da Seção de Pneumologia do Hospital das Clínicas, por toda ajuda e experiência recebida nas coletas, sempre prontas a resolver problemas e ajudar da melhor maneira possível.

À todos os **voluntários** que aceitaram participar desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade, sem eles esse trabalho não poderia ser finalizado.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela confiança à concessão da bolsa de Mestrado, muito importante para o desenvolvimento deste trabalho e pelo incentivo à pesquisa.

“O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer uma ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção”.

(Paulo Freire)

RESUMO

DE PAULA, MH. Efeitos dos diferentes decúbitos sobre a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2018.

Introdução: Já se sabe que as alterações na atuação da força da gravidade promovidas pela mudança de postura, influenciam os volumes e capacidades pulmonares, mas o comportamento das propriedades elásticas e plásticas do pulmão ainda não está bem esclarecido na literatura. **Objetivo:** Avaliar a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos nos diferentes decúbitos.

Métodos: Os participantes foram alocados nos diferentes grupos, de acordo com o índice de massa corpórea (IMC Kg/m^2), sendo eles: 18-25, 25-29, 30-39, 40-49 e >50 . As posições foram avaliadas pelo Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS) em ordem aleatória: sentada (Se), supina (Su) e decúbitos laterais, esquerdo (DLE) e direito (DLD), sendo obtidos os seguintes parâmetros: resistências total, central e periférica, reatância e frequência de ressonância. A espirometria foi realizada em seguida para a análise das seguintes variáveis: capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo, a relação VEF_1/CVF e fluxo expiratório forçado médio. **Resultados:** Foram recrutados 110 voluntários, 36 com IMC de 18 a 25 Kg/m^2 (26,8 anos; $21,7 \text{ Kg/m}^2$), 19 com IMC de 25 a 29 Kg/m^2 (26,1 anos; $26,6 \text{ Kg/m}^2$), 21 com IMC de 30 a 39 Kg/m^2 (30 anos; $34,5 \text{ Kg/m}^2$), 21 com IMC de 40 a 49 Kg/m^2 (35,4anos; 45 Kg/m^2) e 13 com $\text{IMC}>50 \text{ Kg/m}^2$ (35,5 anos; $54,2 \text{ Kg/m}^2$). Não foram detectados distúrbios ventilatórios pela espirometria (médias acima de 80% do previsto). Os grupos começaram a se diferenciar a partir da faixa de 30-39 Kg/m^2 , houve diferenças importantes entre os indivíduos com $\text{IMC}>50$ e 40-49 com aqueles com $\text{IMC}<25$ e 25-29 principalmente em vias periféricas ($p<0,0001$). A posição supina apresentou maiores valores de resistência para todos os grupos. Essas diferenças frente às mudanças de decúbito são mais frequentes nas faixas de IMC menores (<25 a 29 Kg/m^2). **Conclusão:** Há maior impedância do sistema respiratório em sujeitos obesos, com maior contribuição da resistência periférica, porém com menores variações relacionadas à mudança de posição em comparação aos sujeitos eutróficos.

Palavras-chave: Obesidade; Função pulmonar; Oscilometria.

ABSTRACT

DE PAULA, MH. The different decubitus on the respiratory system resistance in eutrophic and obese subjects [dissertation]. Ribeirão Preto: University of São Paulo, Ribeirão Preto Medical School, 2018.

Background: It is known that changes in gravity force action, promoted by change of posture, influence volumes and capacities lung, but the behavior of lung elastic and plastic properties, has not yet well clarified in literature. **Aim:** To evaluate the effect of different positions on respiratory system resistance. **Methods:** Participants were allocated to different groups, according to the body mass index (BMI Kg/m²). The positions were evaluated by Impulse Oscillometry System (IOS) in a random order: seated (Se), supine (Su), left lateral (LL) or right lateral decubitus (RL) and following parameters was obtained: total, central and peripheral resistance, reactance and resonant frequency. Spirometry was then performed to analyze the following variables: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV₁), FEV₁/FVC and mean forced expiratory flow (FEF_{25-75%}). **Results:** A total of 110 volunteers were recruited, 36 with BMI<25 kg/m² (26.8 years, 21.7 kg/m²), 19 with BMI between 25-29kg/m² (26.1 years, 26.6 kg/m²), 21 with BMI between 30-39 kg/m² (30 years, 34.5 kg/m²), 21 with BMI between 40-49 kg/m² (35.4 years, 45 kg/m²) and 13 with BMI> 50 kg/m² (35.5 years, 54.2 kg/m²). No ventilatory disturbances were detected by spirometry, all higher than predicted (80%). The groups began to differentiate from the range of 30-39 kg/m², there were important differences between individuals with BMI>50 and 40-49 with those with BMI <25 and 25-29, mainly in peripheral pathways ($p<0.0001$). The supine position presented higher resistance values for all groups. These differences compared to changes in decubitus are more frequent in the lower BMI ranges (<25 to 29 kg/m²). It was also observed that overweight individuals tend to follow the same pattern as those with BMI within normal range. **Conclusion:** The respiratory impedance is higher in obese than eutrophic subjects, with more contribution of peripheral resistance, but with smaller variations related to position change when compared to eutrophic ones.

Key words: Obesity; Pulmonary function; Impulse oscillometry.

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO.....	14
3 MÉTODOS	15
3.1 Critérios de inclusão e exclusão	15
3.2 Delineamento do estudo	15
3.3 Oscilometria de Impulso	16
3.4 Espirometria.....	17
3.5 Análise estatística	18
4 RESULTADOS	19
4.1 Comparação entre os diferentes grupos de IMC para cada posição.	21
4.1.1 Posição Sentada	22
4.1.2 Posição Supina	25
4.1.3 Posição Lateral Direito	28
4.1.4 Posição Lateral Esquerdo	31
4.2 Comparação entre as diferentes posições dentro de cada grupo de IMC para um mesmo parâmetro do IOS.....	34
4.2.1 Grupo Eutrófico	34
4.2.2 Grupo Sobrepeso	37
4.2.3 Grupo 30-39 Kg/m ²	40
4.2.4 Grupo 40-49 Kg/m ²	43
4.2.5 Grupo >50 Kg/m ²	46
5 DISCUSSÃO	49
6 CONCLUSÃO.....	55
7 REFERÊNCIAS.....	56
8 ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)....	61

1 INTRODUÇÃO

Para um bom funcionamento do sistema respiratório é necessário que haja sincronismo entre mecânica pulmonar, músculos respiratórios e movimentos da caixa torácica, estruturas que funcionam com estreita relação entre si e que podem ser afetadas e influenciadas pela postura que o indivíduo adota, por meio das mudanças na atuação da força da gravidade (Gea J, 2008).

Já está bem estabelecida na literatura a influência da postura corporal sobre a distribuição regional da ventilação e da perfusão pulmonar. A força da gravidade atua sobre o tórax implicando em maior pressão pleural, maior fluxo sanguíneo e consequentemente maior ventilação e perfusão nas áreas dependentes da gravidade (Kaneko K, 1966; Behrakis PK, 1983; Baraka A, 2013).

A verticalização do corpo favorece a expansão anteroposterior do tórax pela redução das forças gravitacionais sobre a mecânica pulmonar e sobre as forças de compressão sobre os pulmões, parede torácica e diafragma, por isso a posição sentada apresenta aumento na capacidade residual funcional (CRF), volume corrente (VC), e volume de reserva expiratório (VRE) quando comparada à posição supina (Behrakis PK, 1983; Takazakura R, 2004; Barnas GM, 1993). Inversamente, há uma redução da capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e da relação VEF_1/CVF na posição supina em relação à sentada (Domingos-Benício NC, 2004). Quanto a avaliação dos músculos respiratórios nas diferentes posições, podemos encontrar ainda um aumento da pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$) na posição sentada quando comparada a supina. Um estudo sugere que isso se deve ao fato de que na posição sentada há um melhor acoplamento de tórax e abdome acomodando melhor o mediastino e o pulmão na caixa torácica (Nozawa E, 2011).

Por isso o conhecimento a respeito das mudanças de decúbitos é importante para que profissionais da saúde possam adotar medidas terapêuticas e dar orientações para pessoas que permanecem na mesma posição por muito tempo, pois, além da melhora sobre as trocas gasosas, a mudança de posição também contribui para incrementar volumes e capacidades pulmonares, aumentar a depuração mucociliar e, consequentemente, reduzir o trabalho respiratório (Martinez BP, 2015; Alcoforado L, 2011), tanto em indivíduos saudáveis quanto para

populações específicas como usuários de cadeiras de rodas, acamados, gestantes, idosos e obesos (Contesini AM, 2011).

A população obesa mundial triplicou desde os anos 70. Em 2016 1,9 bilhões de adultos tinham sobrepeso, desses 650 milhões eram obesos. A maioria dessa população vive em países onde a obesidade mata mais do que a subnutrição. (World Health Organization, 2015).

Obesidade é definida por acúmulo excessivo de tecido adiposo o qual pode levar a problemas de saúde secundários, sendo considerada uma doença crônica. As morbidades secundárias incluem doenças cardiovasculares e musculoesqueléticas, alguns tipos de cânceres, diabetes, dislipidemia e alterações bioquímicas e estruturais pulmonares podendo levar ao surgimento de doenças restritivas como asma e a síndrome da apneia do sono. Tais morbidades podem se agravar proporcionalmente à medida que a obesidade aumenta (World Health Organization, 2000).

Em sujeitos obesos, devido a deposição de maior quantidade de gordura na região toracoabdominal, pode haver alterações na função respiratória mesmo sem um diagnóstico de doença pulmonar existente, como diminuição das capacidades e volumes pulmonares e da mobilidade diafragmática, levando a uma hipoventilação e conseqüentemente a um aumento do trabalho respiratório, mesmo na posição sentada (Domingos-Benício NC, 2004; Costa D, 2003; Rasslan Z, 2004; Tenório LHS, 2012).

Esse tecido adiposo em excesso, tem como efeito sobre a função respiratória, a diminuição da Capacidade Residual Funcional (CRF). Essa redução leva a alterações entre os volumes e pressões durante a inspiração e expiração e em casos mais severos de obesidade, ao aumento do volume residual (VR). (Salome CM, 2010)

Apesar dos efeitos da mudança de decúbito e da obesidade sobre os volumes pulmonares serem conhecidos as modificações nas propriedades elásticas e plásticas do pulmão frente ao acúmulo excessivo de tecido adiposo corporal, ainda são adversas, uma vez que sujeitos obesos podem apresentar aumento de resistência de pequenas vias aéreas, redução da complacência pulmonar e torácica relacionadas ou não com a diminuição de volumes pulmonares, essas alterações inclusive, podem se agravar com o aumento do grau de obesidade. (Rasslan Z, 2004; Tenório LHS, 2012; de Mir Messa I, 2015).

A prova de função pulmonar bem estabelecida na literatura e considerada padrão ouro, é a espirometria. Método não invasivo o qual permite avaliar volumes pulmonares pela observação da curva fluxo-volume. Por exigir manobras expiratórias forçadas, coordenação e cooperação por parte do paciente, pode haver um viés nos resultados. Uma vez que a manobra não seja realizada de maneira correta, os valores podem ser subestimados e distúrbios ventilatórios de carácter restritivo ou obstrutivo diagnosticados erroneamente.

A avaliação da resistência das vias aéreas pode ser feita pelo sistema de pletismografia, mas por ser um método que exige do terapeuta grande espaço físico e do paciente que permaneça na posição sentada em um espaço pequeno, sem a opção de mudança de postura (de Mir Messa I, 2015), há a alternativa de se medir a resistência do sistema respiratório por meio da oscilometria de impulso, que permite essa avaliação em diferentes posições com um equipamento menor e mais portátil.

O sistema de oscilometria de impulso (IOS) é um método não invasivo, que permite a avaliação da impedância total do sistema respiratório, podendo ser decomposto em resistência e reatância (Escobar H, 2011; Komarow HD, 2011). Ele é baseado nos conceitos fisiológicos descritos por Dubois et al. em 1956 sobre oscilações forçadas e consiste na utilização de ondas sonoras, em múltiplas frequências, impostas sobre a respiração tranquila do paciente, gerando mudanças de pressão e fluxo. Quando analisadas, essas mudanças permitem a quantificação de obstrução tanto em vias aéreas centrais como periféricas (Bickel S, 2014; Assumpção MS, 2014). Contudo, estudos utilizando o IOS com indivíduos em diferentes decúbitos são escassos, principalmente em sujeitos obesos.

A hipótese do estudo é que sujeitos obesos tenham a resistência do sistema respiratório elevada quando comparada à de sujeitos não obesos e que esse aumento seja identificado pelo IOS podendo se refletir também nas mudanças de posturas.

2 OBJETIVO

Avaliar a resistência do sistema respiratório em sujeitos eutróficos e obesos nos diferentes decúbitos, utilizando o IOS.

3 MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal conduzido de agosto de 2015 a outubro de 2017 na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo no Laboratório de Avaliação Respiratória (L.A.R.) do prédio da Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Teve o Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos do HCFMRP-USP aprovado, processo HCRP nº 12361/2014. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo I).

O cálculo amostral foi realizado com base em um estudo prévio de Joseph Milic-Emili de 1983 para um efeito de 0,1, desvio padrão de 0,13, alfa de 5% e power de 90%, o qual resultou em um total de 36 sujeitos por grupo (Behrakis PK, 1983).

3.1 Critérios de inclusão e exclusão

Participaram do estudo, voluntários de 18 a 50 anos sem morbididades associadas, sendo excluídos aqueles com doenças pulmonares obstrutivas e restritivas, tabagistas ativos, alterações cardiovasculares, doenças neuromusculares ou musculoesqueléticas que impediavam a realização do protocolo.

3.2 Delineamento do estudo

A seleção dos participantes foi na comunidade e no Ambulatório de Cirurgia Bariátrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo HCFMRP-USP.

Após o recrutamento os participantes eram conduzidos ao L.A.R. onde dados antropométricos foram cadastrados. Em seguida eles eram alocados nos diferentes grupos, de acordo com o IMC. Os grupos foram IMC entre 18,5 e 25 Kg/m², 25 e 29, 30 e 39, 40 e 49 e acima de 50 Kg/m². Em seguida a avaliação com IOS era realizada em diferentes decúbitos com o voluntário descansado.

As medidas foram realizadas com o voluntário nas posições sentada (Se), supina (Su), decúbito lateral direito (DLD) e decúbito lateral esquerdo (DLE) em uma sequência randomizada, utilizando clip nasal, com a cabeça na posição neutra, respirando normalmente em volume corrente através do bucal com os lábios

firmente selados a fim de evitar vazamentos de ar. Um travesseiro foi utilizado nos decúbitos laterais para manter a cabeça em posição neutra.

Após o exame com o IOS, era feita a espirometria na posição sentada de acordo com as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2002).

3.3 Oscilometria de Impulso

Para a avaliação da impedância do sistema respiratório foi utilizada a técnica de oscilometria de impulso com o equipamento Jaeger IOS (Jaeger, Wurzburg, Germany), calibrado diariamente para volume com uma seringa de 3 litros e para pressão com uma resistência de referência de 0.2 kPa/l/s.

Os voluntários respiravam por 30 segundos pela boca fazendo uso de clipe nasal, por um filtro, com as mãos apoiadas firmemente sobre as bochechas para diminuir o efeito da oscilação das mesmas. Foi utilizado um bucal “freeflow” conectado ao filtro, que contém um depressor para manter a língua no solo da boca, estabilizando-a e diminuindo a resistência oral enquanto respiravam.

Os seguintes parâmetros foram avaliados:

1. Resistência (R): Corresponde à energia necessária para se propagar uma onda de pressão através das vias aéreas. Ela foi medida a 5 Hz (R5) refletindo a resistência total das vias aéreas (vias aéreas centrais mais as periféricas), a 20 Hz (R20) resistência da região proximal (vias aéreas centrais) e subtraindo-se um valor do outro (R5-R20) obtivemos a resistência das vias aéreas periféricas.
2. Reatância (X): Energia gerada pela retração pulmonar após a distensão por uma onda de pressão. Inclui a força para mover a coluna de ar nas vias aéreas e as propriedades elásticas periféricas. Foi medida a 5 Hz, refletindo a reatância periférica (X5).
3. Frequência de Ressonância (Fres): Frequência com que o tecido pulmonar se move da distensão passiva para a extensão ativa em resposta à onda de pressão, onde as forças inerciais e elásticas atingem a mesma grandeza, mas com sinais opostos (Assumpção MS, 2014).

3.4 Espirometria

Para a avaliação dos volumes pulmonares foi utilizado o espirômetro Koko PFT System (versão 4.11, 2007 nSpire Health Inc.; Pulmonary Data Services) com o software pertencente ao aparelho para permitir a visualização das curvas fluxo-volume e volume-tempo e a avaliação em tempo real dos critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade. O equipamento foi calibrado diariamente e a realização das manobras foram de no mínimo três e no máximo dez, de acordo com as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2002). O cálculo para os valores de referência foi pela equação de Crapo et. al a fim de realizar a comparação dos valores obtidos com os previstos (Crapo RO, 1981)

As variáveis espirométricas analisadas foram:

1. Capacidade vital forçada (CVF): Volume realizado durante a expiração feita da maneira mais forte e completa possível. Representa o volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir do ponto de máxima inspiração. Ela é relacionada à presença de restrição.
2. Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1): Volume de ar exalado no primeiro segundo da manobra de CVF. Ele é relacionado à gravidade da obstrução ao fluxo.
3. VEF_1/CVF : Relação entre o VEF_1 e a CVF. Evidencia padrão obstrutivo.
4. Fluxo expiratório forçado médio ($FEF_{25-75\%}$): Fluxo expiratório forçado médio entre 25 e 75% da curva de CVF.

(Miller MR, 2005)

3.5 Análise estatística

Os dados foram analisados no software Graphpad Prism 6.0 (Graphpad Software, San Diego, Califórnia), expressos em média e desvio padrão dos valores absolutos. A normalidade dos dados foi verificada pelo o Teste de Shapiro-Wilk.

Para comparação entre os grupos para cada parâmetro do IOS e entre o valor das posições dentro de cada grupo, foi realizada por meio do teste de comparações múltiplas ANOVA one-way para dados paramétricos e Kruskal – Wallis para dados não paramétricos.

Em todas as comparações, os valores de p foram considerados significativos quando inferiores a 0,05 ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS

O estudo realizou a avaliação completa de 110 sujeitos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos. Foram avaliados indivíduos eutróficos, com sobrepeso e obesos, incluindo sujeitos com IMC maior que 50 Kg/m². Os voluntários apresentaram a função respiratória dentro da normalidade segundo os valores espirométricos (**Tabela 1**), não foi identificada restrição ou obstrução das vias aéreas com média acima de 80% do previsto de acordo com a equação de Crapo et al. (1981).

Não houve diferença estatística entre as idades dos grupos, as mulheres foram a maioria em todos eles. Os dados antropométricos e valores espirométricos dos indivíduos estratificados de acordo com a alocação nos grupos das faixas de IMC estão apresentados na tabela 1.

Tabela1. Caracterização da amostra

Grupos		<25 (n=36)	25-29 (n=19)	30-39 (n=21)	40-49 (n=21)	>50 (n=13)
Dados Antropométricos	Sexo (F/M)	34/2	13/6	16/5	19/2	12/1
	Idade (anos)	26,8±5	26,1±3,2	30±7	35,4±8,2	35,5±9,2
	Peso (Kg)	60,7±8,24	75,3±8,3	96,4±11,5	123±14,3	142,6±18,8
	Altura (m)	1,67±0,08	1,67±0,08	1,67±0,08	1,65±0,07	1,62±0,09
	IMC (Kg/m ²)	21,7±1,8	26,6±1,2	34,5±2,6	45,1±3	54,2±3,6
Valores Espirométricos	CVF (%)	97,0±9,6	104,2±9,3	99,5±13,3	93,6±14,5	94,3±13,9
	VEF1(%)	96,6±8,4	99,2±5,8	93,8±13,4	90,7±13,5	91,8±17,2
	VEF1/CVF(%)	99,4±5,4	95,4±8,0	93,8±4,7	97,4±6,0	96,9±7,4
	FEF ₂₅₋₇₅ (%)	91,8±15,7	89,4±22,0	81,0±19,4	87,3±22,3	82,8±29,8

Dados expressos em média e desvio padrão. Valores espirométricos em porcentagem do previsto. IMC= índice de massa corpórea; CVF= Capacidade Vital Forçada; VEF1= Volume Expiratório Forçado no 1º segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiffenau; FEF₂₅₋₇₅= Fluxo Expiratório Forçado Médio.

Os valores numéricos obtidos da mecânica pulmonar, por meio do IOS, para cada grupo de IMC, nas posições sentada, supina, lateral direito e lateral esquerdo, estão ilustrados como média e desvio padrão nas tabelas 2, 3, 4 e 5 respectivamente.

Tabela 2. Valores obtidos na posição sentada dos parâmetros do IOS em cada grupo de IMC.

Se	<25	25-29	30-39	40-49	>50
R5 K/Pa(L/s)	0,33±0,05	0,41±0,09	0,47±0,14	0,51±0,11	0,59±0,14
R20 K/Pa(L/s)	0,32±0,04	0,37±0,08	0,38±0,08	0,39±0,07	0,40±0,06
R5-20 K/Pa(L/s)	0,009±0,031	0,044±0,054	0,095±0,081	0,125±0,063	0,183±0,099
X5 K/Pa(L/s)	-0,100±0,023	-0,121±0,034	-0,175±0,065	-0,211±0,086	-0,246±0,067
Fres Hz	10,92±2,78	13,88±3,98	17,30±4,98	19,60±4,57	23,05±5,35

Dados expressos em média e desvio padrão.

R5: resistência total das vias aéreas; R20: resistência das vias aéreas centrais; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância das vias aéreas periféricas.

Tabela 3. Valores obtidos na posição supina dos parâmetros do IOS em cada grupo de IMC.

Su	<25	25-29	30-39	40-49	>50
R5 K/Pa(L/s)	0,37±0,05	0,47±0,10	0,54±0,16	0,57±0,12	0,63±0,12
R20 K/Pa(L/s)	0,33±0,04	0,37±0,08	0,38±0,08	0,41±0,07	0,43±0,04
R5-20 K/Pa(L/s)	0,04±0,03	0,10±0,06	0,16±0,09	0,16±0,07	0,20±0,08
X5 K/Pa(L/s)	-0,15±0,03	-0,17±0,05	-0,25±0,11	-0,27±0,08	-0,32±0,13
Fres Hz	14,98±3,15	18,68±4,38	20,23±4,99	19,74±4,90	21,75±4,53

Dados expressos em média e desvio padrão.

R5: resistência total das vias aéreas; R20: resistência das vias aéreas centrais; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância das vias aéreas periféricas.

Tabela 4. Valores obtidos na posição lateral direito dos parâmetros do IOS em cada grupo de IMC.

DLD	<25	25-29	30-39	40-49	>50
R5 K/Pa(L/s)	0,35±0,06	0,43±0,09	0,49±0,14	0,55±0,11	0,63±0,14
R20 K/Pa(L/s)	0,34±0,05	0,38±0,08	0,39±0,08	0,43±0,07	0,46±0,07
R5-20 K/Pa(L/s)	0,008±0,037	0,052±0,061	0,106±0,078	0,121±0,075	0,166±0,090
X5 K/Pa(L/s)	-0,12±0,02	-0,14±0,04	-0,20±0,06	-0,22±0,08	-0,25±0,09
Fres Hz	11,20±2,47	14,55±4,78	17,59±4,59	18,98±4,85	20,97±5,53

Dados expressos em média e desvio padrão.

R5: resistência total das vias aéreas; R20: resistência das vias aéreas centrais; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância das vias aéreas periféricas.

Tabela 5. Valores obtidos na posição lateral esquerdo dos parâmetros do IOS em cada grupo de IMC.

DLE	<25	25-29	30-39	40-49	>50
R5 K/Pa(L/s)	0,35±0,05	0,43±0,08	0,50±0,13	0,54±0,12	0,64±0,09
R20 K/Pa(L/s)	0,34±0,04	0,38±0,08	0,40±0,08	0,42±0,07	0,47±0,04
R5-20 K/Pa(L/s)	0,014±0,038	0,050±0,053	0,107±0,064	0,124±0,069	0,165±0,075
X5 K/Pa(L/s)	-0,129±0,029	-0,147±0,038	-0,210±0,062	-0,231±0,068	-0,269±0,093
Fres Hz	11,25±2,24	14,47±3,96	18,47±6,01	19,49±5,06	22,12±4,75

Dados expressos em média e desvio padrão.

R5: resistência total das vias aéreas; R20: resistência das vias aéreas centrais; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância das vias aéreas periféricas.

Os dados foram analisados estatisticamente em duas comparações distintas. A primeira análise foi a comparação entre os diferentes grupos de IMC para cada posição e para cada parâmetro do IOS e a outra entre as posições dentro de cada grupo para um mesmo parâmetro do IOS. Os gráficos ilustram as análises com os valores de p , quando a comparação foi significativa ($p < 0,05$).

4.1 Comparação entre os diferentes grupos de IMC para cada posição.

Para a análise entre os diferentes grupos de IMC nas diferentes posições foi encontrado valores estatisticamente maiores ($p > 0,05$) de resistência e frequência de ressonância e mais negativos de reatância para os grupos dos obesos em relação ao grupo eutrófico. A análise entre os grupos dos obesos foi significativa somente nos decúbitos laterais entre os grupos 30-39 e >50, em R5 (**Figura 11**) e R20 (**Figura 12**) para lateral direito e em R5 (**Figura 16**), R20 (**Figura 17**), R5-R20 (**Figura 18**) e X5 (**Figura 19**) para lateral esquerdo.

4.1.1 Posição Sentada

As comparações significantes ($p<0,05$) nesta posição são entre o grupo eutrófico e os grupos de obesos a partir do 30-39 para todos os parâmetros.

Diferença significativa entre o grupo eutrófico e o grupo sobrepeso pôde ser observada apenas em R5 (**Figura 1**) ($p<0,05$).

O grupo sobrepeso não se diferenciou dos obesos apenas em R20 (**Figura 2**), mas apresentou valores estatisticamente menores ($p<0,05$) em R5 (**Figura 1**) comparado ao grupo $>50 \text{ Kg/m}^2$, em R5-R20 (**Figura 3**) aos grupos 40-49 ($p<0,05$) e >50 ($p<0,001$), em Fres (**Figura 5**) aos grupos 40-49 ($p<0,05$) e >50 ($p<0,01$) e valores menos negativos em X5 (**Figura 4**) comparados aos grupos 40-49 ($p<0,01$) e >50 ($p<0,0001$).

Não houve diferença estatística na comparação entre os grupos de obesos.

Figura 1: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) na posição sentada (Se) entre os diferentes grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 2: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) na posição sentada (Se) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Figura 3: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) na posição sentada (Se) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 4: Comparação dos valores de Reatância a 5 Hz (X5) na posição sentada (Se) entre os grupos de IMC. ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 5: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) na posição sentada (Se) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

4.1.2 Posição Supina

Como na posição sentada houve diferença estatística ($p<0,05$) na posição supina entre o grupo eutrófico e os grupos de obesos a partir do 30-39 para todos os parâmetros.

Diferença significativa entre o grupo eutrófico e o sobrepeso ($p<0,05$) ocorre em mais parâmetros nesta posição, em R5 (**Figura 6**), R5-R20 (**Figura 8**) e Fres (**Figura 10**).

Na análise entre o grupo sobrepeso e os obesos, o grupo sobrepeso apresentou menores valores estatísticos para R5 (**Figura 6**) em relação aos grupos 40-49 ($p<0,05$) e >50 ($p<0,01$), para R5-R20 (**Figura 8**) em relação aos grupos 40-49 ($p<0,05$) e >50 ($p<0,001$), e para X5 (**Figura 9**) valores menos negativos em relação aos grupos 30-39 ($p<0,05$), 40-49 ($p<0,01$) e >50 ($p<0,0001$).

Figura 6: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) na posição supina (Su) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 7: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) na posição supina (Su) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$.

Figura 8: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) na posição supina (Su) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 9: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) na posição supina (Su) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 10: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) na posição supina (Su) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

4.1.3 Posição Lateral Direito

Nesta posição uma análise nova aparece, a diferença entre grupos de obesos. Para o lateral direito essa diferença é significativa ($p<0,05$) entre os grupos 30-39 e >50 para resistência total, R5 (**Figura 11**) e central R20 (**Figura 12**).

Ao contrário das posições sentada e supina a diferença entre o grupo eutrófico e o grupo sobrepeso não se mostrou significativa para nenhum dos parâmetros.

Na análise entre o grupo sobrepeso e os grupos de obesos, o grupo sobrepeso apresentou valores estatísticos menores para R5 (**Figura 11**) em relação aos grupos 40-49 ($p<0,01$) e >50 ($p<0,0001$), para R20 (**Figura 12**), R5-R20 (**Figura 13**) e Fres (**Figura 15**) em relação ao grupo >50 ($p<0,05$) e valores menos negativos para X5 (**Figura 14**) em relação aos grupos 30-39 ($p<0,05$), 40-49 ($p<0,01$) e >50 ($p<0,001$).

Figura 11: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) na posição lateral direito (DLD) entre os grupos de IMC. ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 12: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) na posição lateral direito (DLD) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 13: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) na posição lateral direito (DLD) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; **** $p<0,0001$.

Figura 14: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) na posição lateral direito (DLD) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 15: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) na posição lateral direito (DLD) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; **** $p<0,0001$.

4.1.4 Posição Lateral Esquerdo

Assim como no lateral direito uma diferença significativa entre os grupos 30-39 e >50 aparecem, só que em mais parâmetros. Para o lateral esquerdo o grupo 30-39 apresentou valores estatísticos menores para R5 (**Figura 16**) ($p<0,01$), R20 (**Figura 17**) ($p<0,05$), R5-R20 (**Figura 18**) ($p<0,05$) e valores menos negativos para X5 (**Figura 19**) ($p<0,05$).

Nesta posição a única análise que apresentou diferença significativa entre eutrófico e sobrepeso foi para R5 ($p<0,05$).

O grupo sobrepeso apresentou valores estatísticos maiores do que os grupos de obesos. Comparações semelhantes à posição lateral direito ocorreram para R5 (**Figura 16**), R20 (**Figura 17**) e X5 (**Figura 19**). Para R5-R20 (**Figura 18**) o grupo sobrepeso apresentou menores valores em relação aos grupos 30-39 ($p<0,05$), 40-49 ($p<0,001$) e >50 ($p<0,0001$) e para Fres em relação aos grupos 40-49 ($p<0,05$) e >50 ($p<0,01$).

Figura 16: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) na posição lateral esquerdo (DLE) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 17: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) na posição lateral esquerdo (DLE) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 18: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) na posição lateral esquerdo (DLE) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 19: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) na posição lateral esquerdo (DLE) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 20: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) na posição lateral esquerdo (DLE) entre os grupos de IMC. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

4.2 Comparação entre as diferentes posições dentro de cada grupo de IMC para um mesmo parâmetro do IOS.

4.2.1 Grupo Eutrófico

No grupo eutrófico a posição supina apresentou valores estatísticos ($p<0,01$) maiores de resistência e mais negativos de reatância para todos os parâmetros exceto em R20 (**Figura 22**), onde o lateral direito foi maior que as posições Se ($p<0,01$) e Su ($p<0,05$), sem diferença estatística com o lateral esquerdo.

A posição sentada neste grupo foi estatisticamente menor do que o direito e o esquerdo para R5 (**Figura 21**) ($p<0,01$) e para X5 (**Figura 24**) ($p<0,0001$).

Figura 21: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) do grupo dos sujeitos eutróficos ($IMC<25\text{ Kg/m}^2$) entre as diferentes posições. ** $p<0,01$; **** $p<0,0001$.

Figura 22: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) do grupo dos sujeitos eutróficos ($\text{IMC} < 25 \text{ Kg/m}^2$) entre as diferentes posições. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Figura 23: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) do grupo dos sujeitos eutróficos ($\text{IMC} < 25 \text{ Kg/m}^2$) entre as diferentes posições. **** $p < 0,0001$.

Figura 24: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) do grupo dos sujeitos eutróficos ($\text{IMC} < 25 \text{ Kg/m}^2$) entre as diferentes posições. **** $p < 0,0001$.

Figura 25: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) do grupo dos sujeitos eutróficos ($\text{IMC} < 25 \text{ Kg/m}^2$) entre as diferentes posições. **** $p < 0,0001$.

4.2.2 Grupo Sobrepeso

Como no grupo eutrófico, a posição supina apresentou maiores valores estatísticos ($p<0,05$) comparados às outras posições para todos os parâmetros, exceto para R20 (**Figura 27**) onde não houve diferença da resistência central frente às mudanças de decúbito.

Para X5 (**Figura 29**) a posição sentada apresentou diferença estatística, com valores menores do que o lateral direito ($p<0,05$) e o esquerdo ($p<0,01$).

Figura 26: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) do grupo dos sujeitos com sobrepeso (IMC= 25-29 Kg/m²) entre as diferentes posições. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Figura 27: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) do grupo dos sujeitos com sobrepeso (IMC= 25-29 Kg/m²) entre as diferentes posições. Sem diferença estatística.

Figura 28: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) do grupo dos sujeitos com sobrepeso (IMC= 25-29 Kg/m²) entre as diferentes posições. **** $p < 0,0001$.

Figura 29: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) do grupo dos sujeitos com sobrepeso (IMC= 25-29 Kg/m²) entre as diferentes posições. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Figura 30: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) do grupo dos sujeitos com sobrepeso (IMC= 25-29 Kg/m²) entre as diferentes posições. ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

4.2.3 Grupo 30-39 Kg/m²

A partir do IMC 30 Kg/m² as diferenças frente às mudanças de decúbitos começam a ser menos evidentes.

Na posição supina, o grupo apresentou maiores valores de resistência (**Figuras 31 e 33**) e valores mais negativos de reatância (**Figura 34**) do que as outras posições. Para frequência de ressonância (**Figura 35**) a posição supina apresentou maiores valores comparada à posição sentada ($p<0,01$) e lateral direito ($p<0,001$), sem diferença com o lateral esquerdo. Como no grupo do sobrepeso, R20 (**Figura 32**) não apresenta diferenças estatísticas frente às mudanças de decúbito.

Para X5 (**Figura 34**), além da diferença entre supino e as outras posições, também houve entre sentado e lateral esquerdo ($p<0,01$), com valores menos para a posição sentada.

Figura 31: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) do grupo dos sujeitos com IMC= 30-39 Kg/m², entre as diferentes posições. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Figura 32: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) do grupo dos sujeitos com IMC= 30-39 Kg/m², entre as diferentes posições. Sem diferença estatística.

Figura 33: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) do grupo dos sujeitos com IMC= 30-39 Kg/m², entre as diferentes posições. **** $p < 0,0001$.

Figura 34: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) do grupo dos sujeitos com IMC= 30-39 Kg/m², entre as diferentes posições. ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Figura 35: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) do grupo dos sujeitos com IMC= 30-39 Kg/m², entre as diferentes posições. ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

4.2.4 Grupo 40-49 Kg/m²

Neste grupo a posição supina apresentou maiores valores estatísticos ($p<0,05$) comparada as outras posições para R5-R20 (**Figura 38**) e X5 (**Figura 39**). Para R5 (**Figura 37**) supino foi estatisticamente maior somente em relação à posição senta ($p<0,01$) sem diferenças com os laterais.

Como no grupo dos eutróficos a resistência central (**Figura 37**), teve nos decúbitos laterais os maiores valores em relação a sentado e supino, sendo a diferença significativa entre sentado e lateral direito ($p<0,05$).

Para frequência de ressonância não houve diferenças estatísticas frente às mudanças de decúbito (**Figura 40**).

Figura 36: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) do grupo dos sujeitos com IMC= 40-49 Kg/m², entre as diferentes posições. ** $p<0,01$.

Figura 37: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) do grupo dos sujeitos com IMC= 40-49 Kg/m², entre as diferentes posições. * $p<0,05$.

Figura 38: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) do grupo dos sujeitos com IMC= 40-49 Kg/m², entre as diferentes posições. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Figura 39: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) do grupo dos sujeitos com IMC= 40-49 Kg/m², entre as diferentes posições. * $p<0,05$; *** $p<0,001$; **** $p<0,0001$.

Figura 40: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) do grupo dos sujeitos com IMC= 40-49 Kg/m², entre as diferentes posições. Sem diferença estatística.

4.2.5 Grupo $>50 \text{ Kg/m}^2$

Neste grupo em R5 (**Figura 41**) e Fres (**Figura 45**) não houve diferenças significantes frente às mudanças de decúbitos.

Para R20 (**Figura 42**) o lateral esquerdo foi a posição que apresentou maior valor de resistência, com diferença estatística em relação às posições sentada ($p<0,01$) e supina ($p<0,05$).

Em relação aos parâmetros que refletem a periferia a posição supina apresentou valores estatísticos maiores para R5-R20 (**Figura 43**) em relação ao lateral direito ($p<0,05$) e para X5 (**Figura 44**) valores mais negativos em relação à posição sentada ($p<0,05$).

Figura 41: Comparação dos valores de Resistência a 5Hz (R5) do grupo dos sujeitos com $\text{IMC}>50 \text{ Kg/m}^2$, entre as diferentes posições. Sem diferença estatística.

Figura 42: Comparação dos valores de Resistência a 20Hz (R20) do grupo dos sujeitos com $\text{IMC} > 50 \text{ Kg/m}^2$, entre as diferentes posições. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Figura 43: Comparação dos valores de Resistência Periférica (R5-R20) do grupo dos sujeitos com $\text{IMC} > 50 \text{ Kg/m}^2$, entre as diferentes posições. * $p < 0,05$.

Figura 44: Comparação dos valores de Reatância a 5Hz (X5) do grupo dos sujeitos com IMC>50 Kg/m², entre as diferentes posições. * $p<0,05$.

Figura 45: Comparação dos valores de Frequência de Ressonância (Fres) do grupo dos sujeitos com IMC>50 Kg/m², entre as diferentes posições. Sem diferença estatística.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a impedância total do sistema respiratório de 110 sujeitos em graus variados de IMC em diferentes posições. Os resultados sugerem maior impedância total do sistema respiratório (resistência e reatância), central e periférica, no grupo de sujeitos obesos e com sobrepeso em relação aos eutróficos em todas as posições, mais acentuadas a partir das faixas de IMC de 30-39 Kg/m², porém os obesos apresentaram menores variações relacionadas à mudança de posição. As alterações relacionadas à mudança de posição em ambos os grupos mostraram diferenças mais frequentes entre as posições sentada e supina, com maior contribuição do componente periférico na posição supina e do componente central nos decúbitos laterais.

Nos obesos podem ocorrer alterações funcionais pulmonares, como a redução da distensibilidade das estruturas extrapulmonares, devido à deposição de tecido adiposo na região tóracoabdominal, mesmo com valores de CVF dentro da normalidade e/ou na ausência de doença respiratória (Openheimer BW, 2012).

Um estudo comparando obesos e eutróficos na posição sentada mostrou que o VRE foi significativamente menor nos obesos, para ambos os sexos. Somente nas mulheres obesas, a CVF e o VEF1 foram menores que nas não obesas, enquanto que para os homens obesos houve uma correlação negativa entre VRE tanto com IMC como com a circunferência abdominal (Rasslan, 2004).

Outro estudo o qual analisou o impacto da obesidade sobre volumes pulmonares, demonstrou que em sujeitos com IMC de 30Kg/m² teriam uma CRF de 84% do valor previsto e um VRE de 55%, mas quando esse IMC aumentou para 40 Kg/m² o VRE chegou somente a 28%. (Jones RL, 2006).

A menor distensão da parede do tórax e do diafragma pode resultar em alterações no volume total ou apenas na distribuição dos volumes pulmonares nos obesos. No entanto, além das alterações de volume, pode haver também a obstrução de pequenas vias aéreas, aumentando a resistência periférica do sistema respiratório nesta população (Rasslan Z, 2009; Rabec C, 2011; Guimarães C, 2012).

Resistência e reatância são dependentes dos volumes, sendo afetadas por reduções na CRF. No entanto alguns trabalhos relataram a permanência de altas resistências em obesos quando comparados a eutróficos mesmo após uma normalização dos volumes (King GG, 2005; Watson RA, 2005). Nosso estudo

encontrou resultados semelhantes quando obesos e eutróficos apresentaram valores médios espirométricos dentro da normalidade, mas se diferenciaram na avaliação pela oscilometria de impulso.

No presente estudo, para algumas variáveis do IOS, pôde-se observar um aumento numérico delas com o aumento do IMC. Os eutróficos apresentaram valores menores de resistência total, central e periférica do sistema respiratório quando comparados aos sujeitos obesos ($\text{IMC} > 30 \text{ Kg/m}^2$), mas poucas alterações foram encontradas entre os graus de obesidade ou nenhuma quando comparamos as faixas de IMC de 40-49 com aqueles com $\text{IMC} > 50 \text{ Kg/m}^2$. Essas diferenças foram mais nítidas na resistência total do sistema respiratório (R5).

Sabe-se que todas essas alterações de volumes e resistência das vias aéreas são maiores em sujeitos obesos principalmente com IMC maiores que 40 Kg/m^2 e há uma diminuição destas alterações após redução de peso (Emergil C, 1973), contudo, as alterações podem ocorrer mesmo em sujeitos com IMC menores. Recentemente ao avaliar os mesmos parâmetros por meio do IOS, Van de Kant e colaboradores (2015) encontraram diferença entre voluntários eutróficos ($23,1 \text{ Kg/m}^2$) e obesos (IMC de 31 Kg/m^2), na posição sentada, com valores de R5 de 0,32 e 0,41 kPa/L/s respectivamente.

Este efeito também pôde ser evidenciado no estudo de Albuquerque et.al., em 2015, com grupos com diferentes faixas de IMC, incluindo obesidade mórbida ($56,7 \text{ Kg/m}^2$), grave ($45,5 \text{ Kg/m}^2$), leve ($32,6 \text{ Kg/m}^2$) e eutróficos ($24,2 \text{ Kg/m}^2$). Foram encontradas diferenças para resistência total e periférica, principalmente entre grupo controle e indivíduos com obesidade grave e mórbida, com valores maiores para o grupo da obesidade mórbida ($R5=0,60 \text{ kPa/L/s}$; $R5-R20=0,16 \text{ kPa/L/s}$) e valores menores para o grupo obesidade leve ($R5=0,45 \text{ kPa/L/s}$; $R5-R20=0,07 \text{ kPa/L/s}$) e o grupo controle ($R5=0,43 \text{ kPa/L/s}$; $R5-R20=0,05 \text{ kPa/L/s}$).

Esses achados da literatura estão de acordo com o presente estudo. Nossos resultados mostraram uma diferença significativa entre eutróficos ($\text{IMC } 21,7 \text{ Kg/m}^2$) e obesos ($\text{IMC } 34,5 \text{ Kg/m}^2$) com médias de R5 0,33 e 0,47 kPa/L/s respectivamente, ou seja, maior resistência do sistema respiratório para o grupo com maior IMC.

Zerah (1993) em seu estudo demonstrou que em sujeitos com obesidade grau III ($>40 \text{ Kg/m}^2$), a resistência das vias aéreas foi 56% maior do que naqueles com obesidade grau I ($30-34,9 \text{ Kg/m}^2$) ou II ($35-39,9 \text{ Kg/m}^2$) e que a frequência respiratória é dependente da resistência e aumenta quando a obesidade torna-se

maior. Foi observada uma correlação significativa entre a curva fluxo-volume e a resistência, indicando uma obstrução e/ou aprisionamento de ar em vias aéreas periféricas (Zerah F, 1993).

O aumento da resistência total teve grande contribuição da resistência periférica em nosso estudo. Conseguimos constatar isso, pois o método de IOS permite uma análise compartimentada das vias aéreas. Houve diferenças entre os grupos de IMC na R5 para todos os decúbitos, contudo com aumento mais importante da resistência periférica (R5-R20 e X5). Os resultados de Albuquerque e colaboradores (2015) também mostraram, ao comparar o grupo controle ($<30 \text{ Kg/m}^2$) com outros graus de obesidade, que as resistências total e periférica estavam aumentadas nos grupos com IMC de 45 e 56 Kg/m^2 , concluindo que a resistência periférica é a responsável pelo aumento da resistência total. Algumas investigações encontraram uma redução da distensibilidade pulmonar dinâmica a qual poderia sugerir uma redução do diâmetro de vias de menor calibre e assim um aumento de resistência nesta área. (Douglas FG, 1972).

Sabe-se que a resistência é inversamente proporcional ao volume pulmonar independente do decúbito e que os obesos podem ter alterações tanto na resistência do sistema respiratório como em volumes pulmonares, levando a redução das trocas gasosas e aumento do trabalho respiratório (Watson RA 2005; Koenig SM, 2001; Jubber AS, 2004), contudo, no decúbito dorsal, a pressão dos órgãos abdominais sobre o diafragma e o peso do tórax sobre o sistema respiratório são maiores do que na postura sentada, e o contato da parede dorsal do tórax com a superfície de apoio reduz sua mobilidade e o volume pulmonar (Contesini AM, 2011).

O método mais comumente utilizado para avaliação da função pulmonar é a espirometria, principalmente as variáveis como CVF e VEF1, obtidas na posição sentada. No entanto, há resultados controversos na literatura sobre estas avaliações em sujeitos obesos, que mostraram maiores valores de CVF na posição ortostática em relação à sentada (Gudmundsson G, 1997), ou, inversamente, maiores valores de VEF1 e CVF na posição sentada em relação à ortostática (Berntsen S, 2011). Domingos et al., avaliando grupos com diferentes faixas de IMC, obtiveram valores de CVF e VEF1 dentro da normalidade e sem diferenças entre as posições sentada e em pé.

Tem sido demonstrado que a passagem da postura ortostática para a supina promove uma diminuição de VEF1, CVF, capacidade vital (CV), VRE e

consequentemente capacidade pulmonar total (CPT) (Gudmundsson G, 1997; Domingos-Benício NC, 2004), tanto em eutróficos como em obesos.

Em sujeitos não obesos, há uma redução na CRF e aumento da resistência ao fluxo quando adotam a postura em supino. A maioria das reduções é atribuída a efeitos gravitacionais sobre o conteúdo abdominal, resultando em um diafragma relaxado e em uma postura em expiração (Watson RA, 2005; Yap JC, 1995; Duggan CJ, 2004; Linderholm H, 1963; Navajas D, 1988).

Sabe-se também que em indivíduos saudáveis a verticalização do corpo promove melhora da expansão anteroposterior do tórax pela redução das forças gravitacionais sobre a mecânica pulmonar e sobre as forças de compressão nos pulmões, parede torácica e diafragma (Nozawa E, 2011).

Um trabalho em 1998 avaliou por meio de provas de função pulmonar indivíduos não obesos internados na posição supina e encontrou uma diminuição de cerca de 700-800 ml da CRF quando eles passavam da posição sentada para a supina. (Pelosi P, 1998).

Em 2009, um estudo analisou a influência da postura sobre a função respiratória e a força muscular em indivíduos saudáveis pelas análises do VEF1, CVF e do pico de fluxo expiratório (PFE), outra forma de avaliação da função pulmonar. O trabalho mostrou valores significativamente menores no decúbito dorsal quando comparados à posição sentada, sem alterações na força muscular respiratória (Tsubaki A, 2009).

Para o grupo de obesos ($30-39 \text{ Kg/m}^2$), neste estudo, houve aumento dos parâmetros do IOS os quais refletem as vias periféricas (R5-R20) e totais (R5) na posição supina quando comparado com a posição sentada. Esse padrão se manteve semelhante no grupo $40-49 \text{ Kg/m}^2$, no entanto se modificou no grupo com $\text{IMC} > 50 \text{ Kg/m}^2$, onde houve diferença para Su e Se somente para X5.

No grupo de eutróficos, a mudança de sentado para supino provocou alterações da R5, R5-R20, X5 e Fres. Esses mesmos achados se repetiram para os decúbitos laterais com a posição Su. Comparado aos decúbitos laterais, houve maior R5-R20 e valores de X5 mais negativos na posição supina, mostrando que quando a posição vertical ou elevada não é possível, os decúbitos laterais podem ser uma alternativa para reduzir a resistência periférica provocada por essa posição.

Outro estudo de nosso grupo mediu o PFE, que também pode ser afetado pelo volume pulmonar e pela resistência do sistema respiratório, e avaliou o efeito

da posição sentada, supina e decúbitos laterais direito e esquerdo em eutróficos e observou que, comparada à posição sentada, houve uma diminuição dos valores de PFE em supino e em lateral direito, sem diferença em relação ao DLE (Gianinis HH, 2013). Outros autores encontraram resultados semelhantes quando analisaram o PFE em decúbitos laterais e também observaram uma diminuição dos valores em lateral direito comparado ao supino, mas com valores não diferentes da posição sentada e em DLE (Meysman M, 1998; Badr C, 2002; Elkins MR, 2005).

Neste estudo, não encontramos diferença entre DLD e DLE para nenhum dos parâmetros estudados, mas houve uma tendência dos laterais terem maior resistência em R20 indicando ser uma posição não vantajosa para vias aéreas centrais. Em eutróficos o decúbito lateral direito apresentou maior R20 do que na posição sentada e supina ($p < 0,05$). No sobrepeso na faixa de IMC de 30-39 Kg/m², laterais tanto esquerdo como direito com valores numéricos de R20 maiores que supino, contudo sem diferença estatisticamente significativa. Na faixa de 40-49 Kg/m², também com resultados maiores para lateral direito comparado ao sentado ($p < 0,05$) e por fim no IMC > 50 Kg/m², R20 foi maior no lateral esquerdo quando comparado à postura sentada e supina ($p < 0,05$).

Conforme afirmação de 1995, em indivíduos obesos há um aumento nos efeitos gravitacionais sobre o tórax e sobre a mecânica respiratória quando há a mudança de decúbito pelo aumento da massa corporal (Yap JC, 1995), no entanto isso não foi observado em nosso estudo, pois os obesos obtiveram menores variações nos parâmetros do IOS com a mudança de decúbito comparado aos eutróficos.

Todos os grupos apresentaram, neste trabalho, aumento da resistência respiratória total quando comparadas as posições sentada e supina, contudo, o grupo de sujeitos eutróficos apresentou maiores alterações na mecânica respiratória frente à mudança de decúbito do que os grupos dos obesos, que podem ser explicadas pela menor queda da CRF em posição supina nos sujeitos obesos (Watson RA, 2005). Os autores também demonstraram que a diminuição na CPT na passagem da postura sentada para supino foi menor nos obesos quando comparada a sujeitos não obesos (Watson RA, 2005; Tenney SM, 1959). Isso pode ser explicado pela característica restritiva do sistema respiratório em obesos, que limita maiores variações. Um estudo relatou um padrão restritivo em 8% no grupo com

IMC entre 25-29 Kg/m², 25% no IMC entre 30-40 Kg/m² e 56% dos sujeitos com IMC >40 Kg/m² (Zerah F, 1993).

Obesos podem ser caracterizados por um sistema respiratório mais rígido, alguns estudos relataram diminuição de complacência tanto de parede torácica como pulmonar parecendo ser relacionadas ao aumento do IMC (Hedenstierna G, 1976). Essa redução na complacência pulmonar pode ser resultado do aumento de volume sanguíneo pulmonar, fechamento de vias aéreas dependentes as quais resultam em atelectasias, ou aumento da tensão superficial alveolar pela redução da CRF (Salomé CM, 2010; Carpio C, 2014).

A curva pressão-volume da parede torácica de obesos se assemelha à de eutróficos, pois o excesso de massa corporal pode atuar como uma carga limiar inspiratória, uma vez que esse limiar é superado o comportamento dos grupos (eutróficos e obesos) se assemelha.

As mudanças de posturas são comumente utilizadas na prática clínica como estratégia de expansão pulmonar, e as posturas que resultam em menor resistência do sistema respiratório podem produzir os melhores resultados com menor trabalho respiratório (Sebbane M, 2015; Alcoforado L, 2011). É importante que outras posições possam ser utilizadas, como os decúbitos laterais, especialmente quando há restrição à posição sentada ou elevada.

Como limitações do estudo podemos apontar a falta de uma medida de volumes pulmonares para a detecção de possíveis alterações tanto em relação à mudança de postura como para comparação entre os grupos. Também não realizamos exames de imagem para avaliação da ventilação ou mobilidade diafragmática dos participantes.

6 CONCLUSÃO

Assim concluímos que há maior impedância total do sistema respiratório de sujeitos obesos, com maior contribuição da resistência periférica, porém com menores variações relacionadas à mudança de posição em comparação aos sujeitos eutróficos. Na prática clínica, quando a posição vertical ou elevada não é possível, os decúbitos laterais podem ser uma alternativa para reduzir a resistência periférica provocada pela posição supina, em eutróficos e obesos.

7 REFERÊNCIAS

1. Gea, J. The evolution of the human species: a long journey for the respiratory system. **Arch Bronconeumol.** v. 44, p. 263-270, 2008.
2. 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, p. 767-777, 1966.
3. Behrakis, P.K.; Baydur, A.; Jaeger, M.J.; Milic-Emili, J. Lung mechanics in sitting and horizontal body positions. **Chest.** v. 83, p. 643-646, 1983.
4. Baraka, A. Ventilation-perfusion matching during one lung-ventilation in the lateral decubitus position. **M.E.J. Anesth.** v. 22, p. 241-244, 2013.
5. Takazakura, R.; Takahashi, M.; Nitta, N.; Murata, K. Diaphragmatic motion in the sitting and supine positions: Healthy subject study using a vertically open magnetic resonance system. **J Magn Reson Imaging.** v. 19, p. 605-609, 2004.
6. Barnas, G.M.; Green, M.D.; Mackenzie, C.F.; Fletcher, S.J.; Campbell, D.N.; Runcie, C.; et al. Effect of posture on lung and regional chest wall mechanics. **Anesthesiology.** v. 78, p. 251-259, 1993.
7. Domingos-Benício, N.C.; Gastaldi, A.C.; Perecin, J.C.; Avena, K.M.; Guimarães, R.C.; Sologuren, M.J.; et al. Spirometric values of obese and non-obese subjects on orthostatic, sitting and supine positions. **Rev Assoc Med Bras.** v. 50, p. 142-147, 2004.
8. Nozawa, E.; Feltrim, M.I.Z.; Hernandez, N.A.; Preisig, A.; Malbousson, L.M.S.; Auler, Jr. J.O.C. Efeitos da posição sentada na força de músculos respiratórios durante o desmame de pacientes sob ventilação mecânica prolongada no pós-operatório de cirurgia cardiovascular. **Fisioter Pesq.** v. 18, p. 171-175, 2011.
9. Martinez, B.P.; Silva, J.R.; Silva, V.S.; Gomes, Neto. M.; Forgiarini, Jr. L.A. Influence of different body positions in vital capacity in patients on postoperative upper abdominal. **Braz J Anesthesiol.** v. 65, p. 217-221, 2015.
10. Alcoforado, L.; Pessoa Filho, L.C.; Brandão, D.C.; Galvão, A.M.; Reinaux, C.M.; Andrade, A.D. Influence of change in lateral decubitus on pulmonary aerosol deposition. **Rev Bras Fisioter.** v. 15, p. 278-283, 2011.
11. Contesini, A.M.; Garcia Jr, A.; Caromano, F.A. Influência das variações da postura sentada na função respiratória: revisão de literatura. **Fisioter Mov.** v. 24, p. 757-767, 2011.

12. Obesity and overweight. World Health Organization; 2015 [acesso em 26 de abril de 2016]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/>
13. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2000. p. 256. WHO Obesity Technical Report Series, n. 284.
14. Costa D, Sampaio LM, de Lorenzo VA, Jamami M, Damaso AR. Evaluation of respiratory muscle strength and thoracic and abdominal amplitudes after a functional reeducation of breathing program for obese individuals. *Rev Lat Am Enfermagem* 2003; 11: 156-160.
15. Rasslan, Z.; Saad, Jr. R.; Stirbulov, R.; Fabri, R.M.A.; Lima, C.A.C. Evaluation of Pulmonary Function in Class I and II Obesity. **J Bras Pneumol.** v. 30, p. 508-514, 2004.
16. Tenório, L.H.S.; Santos, A.C.; Oliveira, A.S.; Lima, A.M.J. Obesidade e testes de função pulmonar em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. **Rev Paul Pediatr.** v. 30, p. 423-430, 2012.
17. Salome, C.M.; King, G.G.; Berend, N. Physiology of obesity and effects on lung function. **J Appl Physiol.** v. 18, p. 206-2011, 2010.
18. de Mir Messa, I.; Prado, O.S.; Larramona, H.; Posadas, A.S.; Asensi, J.R.V. Body plethysmography (I): Standardisation and quality criteria. **An Pediatr (Barc).** v. 83, p. 136.e1-136.e7, 2015.
19. Escobar, H.; Carver, T.W. Pulmonary function testing in young children. **Curr Allergy Asthma Rep.** v. 11, p. 473-481, 2011.
20. Komarow, H.D.; Myles, I.A.; Uzzaman, A.; Metcalfe, D.D. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. **Ann Allergy Asthma Immunol.** v. 106, p. 191-199, 2011.
21. Bickel, S.; Popler, J.; Lesnick, B.; Eid, N. Impulse oscillometry: interpretation and practical applications. **Chest.** v. 146, p. 841-847, 2014.
22. Assumpção, M.S.; Golçalves, R.M.; Ferreira, L.G.; Schvinski, C.I.S. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: revisão de literatura. **Medicina (Ribeirão Preto).** v. 47, p. 131-142, 2014.
23. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Bras Pneumol.** v. 28, p. 231-238, 2002.

24. Crapo, R.O.; Morris, A.H.; Gardner, R.M. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. **Am Rev Respir Dis.** v. 123, p. 659-664, 1981.
25. Miller, M.R.; Hankinson, J.; Brusasco, V.; Burgos, F.; Casaburi, F.; Coates, A.; et. al. Standardization of spirometry. **Eur Respir J.** v. 26, p. 319-338, 2005.
26. Oppenheimer, B.W.; Macht, R.; Goldring, R.M.; Stabile, A.; Berger, K.I.; Parikh, M. Distal airway dysfunction in obese subjects corrects after bariatric surgery. **Surg Obes Relat Dis.** v. 8, p. 582-589, 2012.
27. Jones, R.L.; Nzekwu, M.U. The effects of body mass index on lung volumes. **Chest.** v. 130, p. 827-833, 2006.
28. Rabec, C.; Ramos, P.L.; Veale, D. Respiratory complications of obesity. **Arch Bronconeumol.** v. 47, p. 252-261, 2011.
29. Guimarães, C.; Martins, M.V.; Santos, J.M. Pulmonary function tests in obese people candidate to bariatric surgery. **Rev Port Pneumol.** v. 18, p. 115-119, 2012.
30. King, G.G.; Brown, N.J.; Diba, C.; Thorpe, C.W.; Munoz, P.; Marks, G.B.; et.al. The effects of body weight on aiway calibre. **Eur Respir J.** v.25, p. 896-901, 2005.
31. Watson, R.A.; Pride, N.B. Postural changes in lung volumes and respiratory resistance in subjects with obesity. **J Appl Physio.** v. 98, p. 512-517, 2005.
32. Emirgil, C.; Sobol, B.J. The effects of weight reduction on pulmonary function and the sensitivity of the respiratory center in obesity. **Am Rev Respir Dis.** v. 108, p. 831-842, 1973.
33. van de Kant, K.D.; Paredi, P.; Meah, S.; Kalsi, H.S.; Barnes, P.J.; Usmani, O.S. The effect of body weight on distal airway function and airway inflammation. **Obes Res Clin Pract.** v. 10, p. 564-573, 2016.
34. Albuquerque, C.G.; Andrade, F.M.; Rocha, M.A.; Oliveira, A.F.; Ladosky, W.; Victor, E.G., et al. Determining respiratory system resistance and reactance by impulse oscillometry in obese individuals. **J Bras Pneumo.** v. 41, p. 422-426, 2015
35. Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest* 1993; **103**: 1470-1476.
36. Douglas F.G.; Chong, P.Y. Influence of obesity on peripheral airways patency. **J Appl Physiol.** v. 33, p. 559-563, 1972.
37. Koenig, S.M. Pulmonary complications of obesity. **Am J Med Sc.** v. 321, p. 249-279, 2001.

38. Jubber, A.S. Respiratory complications of obesity. **Int J Clin Prac.** v. 58, p. 573-580, 2004.
39. Gudmundsson, G.; Cervený, M.; Shasby, D.M. Spirometric values in obese individuals. Effects of body position. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 155, p. 998-999, 1997.
40. Berntsen, S.; Edvardsen, E.; Carlsen, K.H.; Kolsgaard, M.L.P.; Carlsen, K.C.L. Effects of posture on lung function in obese children. **Clin Respir J.** v. 5, p. 252-257, 2011.
41. Yap, J.C.; Watson, R.A.; Gilbey, S.; Pride, N.B. Effects of posture on respiratory mechanics in obesity. **J Appl Physiol.** v. 79, p. 1199-1205, 1995.
42. Duggan, C.J.; Watson, R.A.; Pride, N.B. Postural changes in nasal and pulmonary resistance in subjects with asthma. **J Asthma.** v. 41, p. 701-707, 2004.
43. Linderholm, H. Lung mechanics in sitting and horizontal postures studied by body plethysmographic methods. **Am J Physiol.** v. 204, p. 85-91, 1963.
44. Navajas, D.; Farre, R.; Rotger, M.M.; Milic-Emili, J.; Sanchis, J. Effect of body posture on respiratory impedance. **J Appl Physiol.** v. 64, p. 194-199, 1988.
45. Pelosi, P.; Croci, M.; Ravagnan, I.; Tredici, S.; Pedoto, A.; Lissoni, A.; et. al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. **Anesth Analg.** v. 87, p. 654-660, 1998.
46. Tsubaki, A.; Deguchi, S.; Yoneda, Y. Influence of posture on respiratory function and respiratory muscle strength in normal subjects. **J Phys Ther Sci.** v. 21, p. 71-74, 2009.
47. Gianinis, H.H.; Antunes, B.O.; Passarelli, R.C.; Souza, H.C.; Gastaldi, A.C. Effects of dorsal and lateral decubitus on peak expiratory flow in healthy subjects. **Braz J Phys Ther.** v. 17, p. 435-441, 2013.
48. Meysman, M.; Vincken, W. Effect of body posture on spirometric values and upper airway obstruction indices derived from the flow-volume loop in young nonobese subjects. **Chest.** v. 114, p. 1042-1047, 1998.
49. Badr, C.; Elkins, M.R.; Ellis, E.R. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. **Aust J Physiother.** v. 48, p. 95-102, 2002.
50. Elkins, M.R.; Alison, J.A.; Bye, P.T. Effect of body position on maximal expiratory pressure and flow in adults with cystic fibrosis. **Pediatr Pulmonol.** v. 40, p. 385-391, 2005.

51. Tenney, S.M. Fluid volume redistribution and thoracic volume changes during recumbency. **J Appl Physiol.** v. 14, p. 129-132, 1959.
52. Hedenstierna, G.; Santesson, J. Breathing mechanics, dead space and gas exchange in the extremely obese, breathing spontaneously and during anaesthesia with intermittent positive pressure ventilation. **Acta Anaesthesiol Scand.** v. 20, p. 284-254, 1976.
53. Carpio, C.; Santiago, A.; Lorenzo, A.G.; Alvarez-Sala, R. Función pulmonar y obesidad. **Nutr Hosp.** v. 30, p. 1054-1062, 2014.
54. Sebbane, M.; El Kamel, M.; Millot, A.; Jung, B.; Lefebvre, S.; Rubenovitch, J.; et al. Effect of Weight Loss on Postural Changes in Pulmonary Function in Obese Subjects: A Longitudinal Study. **Respir Care.** v. 60, p. 992-999, 2015.

8 ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Consentimento formal de participação no projeto de pesquisa intitulado: EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PRÉ-OPERATÓRIO DE GASTROPLASTIA

Pesquisador Responsável: Profª Drª Ada Clarice Gastaldi

Convidamos o senhor (a) _____ para participar, voluntariamente, da pesquisa conduzida pela aluna responsável e sua orientadora. O Comitê de Ética em Pesquisa responsável por este estudo está situado no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e possui a função de defender os interesses dos participantes da pesquisa dentro dos padrões éticos, de acordo com a Legislação Brasileira (Resolução CNS nº 466 de 2012). Caso necessário, o telefone para contato é (16) 3602-2280, com horário de funcionamento das 8 às 17 horas.

Objetivo do Estudo: Avaliar os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório pré-operatório na evolução pós-operatória dos pacientes de submetidos à gastroplastia.

Justificativa do Estudo: O treinamento dos músculos respiratórios no período antes da cirurgia pode ajudar na sua respiração, diminuindo o cansaço e a falta de ar, além de deixá-lo melhor preparado para a cirurgia e para o período de internação depois da cirurgia.

Esclarecimento sobre Procedimentos: Esta pesquisa vai avaliar o efeito dos exercícios sobre os músculos da respiração. Para isso, os pesquisadores estudarão um grupo de voluntários que realizarão o programa de treinamento dos músculos da respiração e outro que não o realizará (grupo controle). Para isso, será realizado um sorteio para definir em qual grupo o senhor (a) participará do estudo.

Serão necessárias três avaliações para acompanhar a evolução do senhor (a) neste período: uma 4 semanas antes da cirurgia, outra 2 dias antes da cirurgia (após o programa de treinamento) e uma última 12 dias após a cirurgia. Cada avaliação terá duração de 2 horas aproximadamente.

Mesmo participando desta pesquisa e independente do grupo que o senhor for sorteado para participar (grupo treinamento ou grupo controle), o senhor (a) realizará todo o tratamento convencional oferecido pelo Hospital das Clínicas no período de preparação e internação, podendo ou não fazer parte do grupo que realiza todo o tratamento convencional juntamente com o treinamento para os músculos da respiração.

No dia da consulta médica, o senhor (a) será avaliado pelas fisioterapeutas na sala do Ambulatório de Cirurgia Bariátrica do Hospital das Clínicas respondendo a três questionários e realizando os seguintes testes: soprar em um aparelho para avaliação da função do pulmão, da força e resistência dos músculos da respiração e do sistema respiratório nas posições sentada e deitada, determinadas através de um sorteio; movimentação do tórax através da fita métrica;

caminhada em corredor plano por 6 minutos para ver o quanto o senhor(a) consegue caminhar e o seu cansaço.

Caso o senhor (a) seja sorteado para o grupo do treinamento dos músculos respiratórios, o senhor(a) receberá um aparelho denominado *POWERbreathe*®. Este aparelho é semelhante a um cachimbo e possui uma tampa de rosquear, onde é ajustada a força que o senhor (a) deverá fazer para abrir a tampa e fazer o ar entrar através do aparelho. O senhor (a) deverá realizar o exercício durante 4 semanas, todos os dias, por 30 minutos a cada dia”.

O exercício do músculo da respiração será realizado da seguinte forma: o senhor (a) deverá sentar-se numa cadeira, com as costas apoiadas, segurar o “cachimbo” em uma das mãos, encher o peito de ar, puxando o ar pelo nariz e soprar (soltar o ar) com o cachimbo na boca. Este exercício deverá ser feito todos os dias na casa do senhor (a), por 30 minutos, durante quatro semanas (um mês). O senhor (a) receberá o aparelho no dia da sua avaliação e será orientado sobre como usá-lo, assim como, será reorientado em todos os dias em que retornar para consulta no ambulatório.

Se o senhor (a) estiver frequentando o grupo que realiza os exercícios para os músculos da respiração, nos dias em que vier ao hospital, poderá realizar os exercícios da respiração juntamente com as fisioterapeutas.

INFORMAÇÕES:

- Durante este estudo o senhor (a) poderá sentir desconforto respiratório eventual, manifestado como falta de ar ou cansaço, que podem aparecer durante os testes ou durante o treinamento dos músculos respiratórios. Estes efeitos poderão ser minimizados aumentando o período de descanso entre os testes ou intervalo entre o treinamento. Durante os testes de resistência muscular respiratória e teste da caminhada é possível que a pressão arterial do senhor (a) aumente, se isto ocasionar risco à saúde, os testes serão interrompidos e todas as medidas necessárias para normalizar a pressão serão adotadas;
- Ao participar deste estudo, o senhor (a) terá a oportunidade de receber uma avaliação detalhada da sua condição (especialmente respiratória) antes e depois da cirurgia, assim como apresentar menos falta de ar para realizar as suas atividades;
- Ao concordar com sua participação no estudo, o senhor (a) automaticamente autoriza a retirada de informações relevantes para a pesquisa contidas no seu prontuário médico.
- Não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida ou qualquer outro benefício financeiro em função da participação neste estudo;
- A participação neste estudo é voluntária. Está no seu direito de interrompê-la a qualquer momento, sem acarretar em penalidades ou prejuízos no seu tratamento de rotina;

- O senhor (a) terá a garantia de receber qualquer informação necessária, a qualquer tempo do estudo, assim como o acesso aos resultados das avaliações;
- O senhor (a) será acompanhado pelos pesquisadores responsáveis e poderá entrar, a qualquer momento, em contato com a professora Ada Clarice Gastaldi através dos telefones 3315.0473 ou 3315.0087;
- Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, segundo as leis vigentes no país;
- O senhor terá a garantia de receber um via deste termo de consentimento devidamente assinada e rubricada nas duas folhas, pelos pesquisadores e pelo senhor(a);
- Se houver necessidade, será garantido ao senhor (a) e ao seu acompanhante o ressarcimento de despesas e transportes e de quaisquer gastos decorrentes da sua participação na pesquisa.
- Terá a garantia de receber qualquer informação necessária, a qualquer tempo do estudo, assim como será informado dos resultados das suas avaliações;
- Os dados obtidos nesta pesquisa são confidenciais. As informações deste estudo poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos e a identidade do senhor(a) será mantida em sigilo.

Agradecemos sua participação.

Estou ciente e concordo com os termos acima.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____.

Nome/Assinatura do voluntário_____

Profª Drª Ada Clarice Gastaldi

____/____/____

Ft. Larissa Perossi Nascimento/Ft. Mayara Holtz

____/____/____