

Liliane Patrícia de Souza Mendes

**INFLUÊNCIA DA POSTURA, DO SEXO E DA IDADE SOBRE
O PADRÃO RESPIRATÓRIO E MOVIMENTO TORACOABDOMINAL
EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS NO REPOUSO**

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2015

Liliane Patrícia de Souza Mendes

**INFLUÊNCIA DA POSTURA, DO SEXO E DA IDADE SOBRE
O PADRÃO RESPIRATÓRIO E MOVIMENTO TORACOABDOMINAL
EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS NO REPOUSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Funcional Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Franco Parreira

Co-orientadora: Profa. Dra. Danielle Soares Rocha Vieira

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir mais essa conquista e por iluminar meu caminho durante esses dois anos. Agradeço a oportunidade do aprendizado e por ter escolhido com tanto cuidado as pessoas que colocou no meu caminho.

Agradeço aos meus pais, Lili e Eli, que por muitas vezes abriram mão de suas realizações em prol das minhas e por me ensinarem a colocar o estudo como prioridade. Sem a base e suporte de vocês, a realização desse trabalho não seria possível.

À professora Verônica Franco Parreira, minha grande orientadora. Agradeço as portas abertas inicialmente como aluna de iniciação voluntária, depois como co-orientadora do meu trabalho de conclusão de curso, em seguida a oportunidade de bolsa na iniciação científica, a orientação do mestrado, a confiança ao me encarregar um projeto multicêntrico, a oportunidade do mestrado sanduíche, a primeira publicação, o primeiro capítulo de livro, o incentivo às participações em eventos científicos, o primeiro prêmio e as minhas primeiras orientações. Agradeço cada passo, cada oportunidade e a preocupação não só com minha formação profissional, mas também pessoal.

À professora Danielle Soares Rocha Vieira agradeço a disponibilidade e interesse em co-orientar o meu trabalho, mesmo que de longe. Você sempre vai ser minha referência profissional. Sua orientação durante a graduação foi imprescindível para o meu crescimento e espelho para minha dedicação científica e clínica.

Agradeço aos voluntários desta pesquisa a compreensão e paciência e por tornarem possível a conclusão desse trabalho.

À Letícia Gabriel agradeço a ajuda no recrutamento dos voluntários, a boa vontade, a ajuda na coleta de dados e o carinho e paciência durante toda a caminhada. Nossas diferenças nos ajudaram a crescer e a nos respeitarmos.

Agradeço ao professor Marcelo Velloso que me permitiu o primeiro contato com a Fisioterapia Respiratória por meio do Projeto de Reabilitação Pulmonar, despertando em mim o amor pela área de Cardiopulmonar.

Agradeço à professora Danielle Gomes por contribuir imensamente com a minha formação clínica e por me ensinar de forma tão simples a importância da pesquisa associada à prática clínica.

À Giane Amorim pelo imenso apoio nos meses mais cruciais do trabalho. Agradeço a sua preocupação, o seu envolvimento com meu trabalho, o seu carinho, a sua ajuda, a sua disponibilidade para compartilhar o conhecimento e as discussões valiosas. Você foi a grande responsável por conferir mais emoção aos meus dados! Muito obrigada por tudo!

À professora Raquel Britto, por ter me despertado o primeiro interesse pela área por meio da sua disciplina.

Agradeço a maravilhosa equipe LabCare pelo exemplo de companheirismo e excelência! Sou muito grata por fazer parte dessa equipe! Agradeço especialmente ao Hugo Alves pela amizade e disponibilidade, à Mariana Hoffman pelo companheirismo desde a graduação, à Dayane Montemezzo pelo carinho e à Isabela Sclausser, Ana Paula Miranda, Thaysa Tagliaferri, Maira Elisa, Luísa Amaral, Fabiana Damasceno e Susan Martins pelo apoio.

Às minhas amigas, Ana Clara Lages, Marluce Lopes, Monize Pires e Nathália Siqueira pelo companheirismo, apoio, preocupação e incentivo. Desde a graduação vocês tornam o caminho mais leve e tranquilo. É muito bom contar com vocês!

Às colegas do mestrado, especialmente à Aline Andrioni e Joana Hornestam pelo companheirismo e conversas sempre muito produtivas.

Agradeço às minhas alunas de TCC, Bruna Mara, Fernanda Malta, Marcela Lemos e Thais Ennes pela troca de aprendizado.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pelos enormes ensinamentos.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos que de alguma forma contribuíram para esse processo e que entenderam a minha ausência em alguns momentos.

Agradeço ao Igor a paciência e carinho nesse período.

À Larissa Faleiro agradeço a oportunidade e os ensinamentos.

Ao Armando Aguiar e aos funcionários da informática pelos inúmeros auxílios com a pletismografia optoeletrônica.

Agradeço aos funcionários da EEFETO, especialmente à Marilane Soares e Margareth Amaral, pela disponibilidade em ajudar quando precisei.

Ao Giuseppe Ghidoli por todos os acessos remotos e pelos ensinamentos na visita técnica feita em nosso laboratório.

Agradeço à professora Armèle Dornelas por ter me recebido para o mestrado sanduíche. À Catarina Rattes, pelo acolhimento e por ter se disponibilizado em tempo integral. À Lívia Melo por ter me acolhido em sua casa com todo carinho, durante esse período. Ao Vinícius Machado pelo cuidado e pela viagem para João Pessoa e Pipa. À Larissa Carvalho pelo sorriso e coração aberto desde o dia que cheguei. À Larissa Sayão pelo carinho. Ao Caio Moraes pela preocupação e conversas produtivas. Ao Jasiel Frutuoso pelos momentos descontraídos e alegres no laboratório. À Jéssica Brito pelo cuidado com as minhas coletas e com os meus dados. À Adriane Cardim pela ajuda nas coletas. Ao Carlos Rêgo, Helga, Amina, Bruna e Thiago Gonçalves, agradeço a receptividade. À Monique Bandeira por me mostrar que o ser humano pode suportar coisas impressionantes carregando um sorriso enorme no rosto. À Cida pelas conversas construtivas e pelo fim de semana em Porto de Galinhas. À Jaqueline pelo exemplo de foco e persistência. À professora Daniella Brandão pela atenção. Foi um período de muito aprendizado e ganho de peso: foi muito cuscuz, caldinho, sarapatel, dendê, galego, galetto, abusada, umbuzada, tapioca, vatapá, ostra, baião de dois, inhame, macaxeira, carne de bode, charque, oxi! Coisa d+ uai! O Pernambuco é lindo e camarão é vida! Muito obrigada por tudo!

Ao professor Guilherme Fregonezi agradeço a visita e recepção em seu laboratório. Ao aluno Fernando Henrique agradeço o aprendizado a ao Rêncio Bento e Maria Clara Góes agradeço o cuidado com as coletas e os dados. À Ingrid Guerra e Ana Tereza agradeço o carinho e receptividade. Esse período de mestrado sanduíche foi possível em função do auxílio financeiro disponibilizado pela CAPES – PROCADNF21/2009.

RESUMO

Introdução: Os dados do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal fornecem importantes informações sobre a função respiratória e, dessa forma, devem ser considerados durante a avaliação fisioterápica. Ambos dependem da complacência dos compartimentos, e por isso, são influenciados por diferentes fatores, dos quais se destacam a posição, o sexo e a idade. Atualmente é bem conhecido que a postura influencia o movimento toracoabdominal, no entanto, a influência sobre o padrão respiratório foi pouco estudada. O efeito do sexo sobre o padrão respiratório também foi pouco explorado e a influência sobre a cinemática da parede torácica permanece controversa. Com relação à idade, a literatura sugere que o envelhecimento não altera o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da postura, sexo e idade sobre o padrão respiratório e movimento toracoabdominal durante a respiração tranquila em sujeitos saudáveis. **Método:** Participaram desse estudo 83 indivíduos de ambos os sexos, com média de idade de $42,72 \pm 21,74$ anos, índice de massa corporal de $24,56 \pm 2,85$ kg/m² e com prova de função pulmonar normal. Os indivíduos foram avaliados por meio da pletismografia optoeletrônica em três diferentes posturas: sentada, supino e em decúbito dorsal com inclinação de tronco em 45°. Para verificar a influência da posição e do sexo foi utilizada a análise de variância (ANOVA) fatorial mista com medidas repetidas, em um delineamento de parcelas e subparcelas 3x2 (posições x sexo, respectivamente). Para a influência da idade, foi utilizado o modelo de regressão linear múltipla. Foi adotado um nível de significância de 5%. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (Parecer ETIC 0194.0.203.000-11). **Resultados:** A mudança da posição sentada para as posições inclinada e deitada promoveu uma redução significativa do volume corrente da parede torácica (VC_{pt}) e da ventilação minuto (VE) em ambos os sexos, sendo essa redução significativamente maior em homens. A horizontalização do tronco aumentou significativamente a porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente ($V_{ab}\%$), enquanto, a porcentagem de contribuição da CT pulmonar para o volume corrente ($V_{ctp}\%$) aumentou significativamente com a verticalização do tronco. As mulheres apresentaram padrão respiratório com maior predomínio torácico quando comparadas aos homens. As variáveis volume expiratório final da parede torácica ($V_{ef_{pt}}$) e volume inspiratório final da parede

torácica ($V_{if_{pt}}$) apresentaram redução significativa ao mudar da posição sentada para inclinada, em ambos os sexos e de sentado para deitado, apenas no sexo masculino. As variáveis frequência respiratória (f) e relação entre o tempo inspiratório e o tempo total do ciclo respiratório (T_i/TT_{tot}) não foram influenciadas pela mudança de posição ou pelo sexo. Entre 21 e 85 anos, para cada um ano de aumento na idade foi observada uma redução média de 0,20% no $V_{ctp}\%$ e 0,08% no $V_{cta}\%$ associados a um aumento médio de 0,29% no $V_{ab}\%$ e de 0,08% no $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$. **Conclusão:** Os resultados do presente estudo sugerem que a postura, o sexo e a idade influenciam o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de sujeitos saudáveis no repouso. A posição sentada pode beneficiar pacientes que apresentam redução do volume corrente por diferentes causas. Com relação à f , nenhuma postura estudada proporciona uma redução ou um aumento da taquipneia. O grau de contribuição dos compartimentos é dependente da postura e isso pode ser benéfico para orientação de posicionamento de pacientes com redução específica da expansibilidade em algum compartimento. A redução da contribuição da CT para o volume corrente com a idade, pode chamar a atenção para o desenvolvimento de estratégias que busquem minimizar a perda de volume desse compartimento.

Palavras-chave: Postura. Sexo. Idade. Padrão respiratório. Movimento toracoabdominal. Pletismografia optoeletrônica.

ABSTRACT

Background: Data from breathing pattern and thoracoabdominal motion provide important information of respiratory function, and thus, should be considered during physiotherapy assessment. Both depend of the compartment compliance, and therefore are influenced by different factors, among which are the position, sex and age. Currently it is well known that different positions can influence the thoracoabdominal motion, however, there is a lack in literature regarding this influence on breathing pattern. Little is known about the effect of gender on the respiratory pattern and its influence on the kinematics of the chest wall remains controversial. Regarding influence of age, the literature suggests that it does not alter the breathing pattern and thoracoabdominal motion. **Objective:** To evaluate the effects of posture, sex and age on breathing pattern and thoracoabdominal motion during quiet breathing in healthy subjects. **Method:** 83 subjects of both genders, mean age of 42.72 ± 21.74 years old, body mass index of 24.56 ± 2.85 kg/m² and with normal pulmonary function test were studied. Subjects were evaluated by optoelectronic plethysmography in three different positions: sitting, supine and supine with 45° of trunk inclination. To check the influence of the position and sex analysis of variance (ANOVA) with repeated measures mixed factorial was used, in a design of plots and subplots 3x2 (positions x sex, respectively). For age influence, we used the multiple linear regression model. A 5% significance level was adopted. The project was approved by the Research Ethics Committee of UFMG (ETIC 0194.0.203.000-11). **Results:** The change from sitting to inclined and supine positions promoted a significant reduction of the chest wall volume (V_{cw}) and minute ventilation (MV) in both sexes, and this reduction was greater in males. The reduction of trunk inclination increased the percentage contribution of abdomen to tidal volume ($V_{ab}\%$), while the percentage contribution of RC to tidal volume ($V_{rcp}\%$) increased significantly with the vertical trunk. Women had breathing pattern more thoracic compared to men. The variables chest wall end-expiratory volume ($V_{ee_{cw}}$) and chest wall end-inspiratory volume ($V_{ei_{cw}}$) showed a significant reduction when changing from a sitting position to inclined position in both sexes and from sitting to supine, only in men. The variables respiratory frequency (f) and ratio of inspiratory time to total time of the respiratory cycle (T_i/T_{tot}) were not affected by changes in positions or gender. Between 21 and 85 years, it was observed that there is an average reduction of

0.20% and 0.08% in $V_{rcp}\%$ and in $V_{rca}\%$ associated with a mean increase of 0.29% in $V_{ab}\%$ and 0.08% in $V_{ee_{cw}}$ and $V_{ei_{cw}}$ for each year increased in age. **Conclusion:** The results of this study suggest that posture, sex and age influence the breathing pattern and thoracoabdominal motion in healthy subjects at rest. The sitting position may benefit patients with reduced tidal volume for different reasons. Regarding the f, none of the positions provides changes in tachypnea. The degree of contribution from each compartment is dependent of posture and this may be beneficial to positional orientation of patients with a reduction in the expansion in any of those. The reduction of RC contribution to tidal volume with age, lead to the development of strategies to minimize the loss of volume on this compartment.

Keywords: Posture. Sex. Age. Breathing pattern. Thoracoabdominal motion. Optoelectronic plethysmography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Disposição dos 89 marcadores na configuração utilizada nas posições ortostática e sentada.	23
FIGURA 2- Disposição dos 52 marcadores na configuração utilizada nas posições supina e decúbito dorsal com inclinação de 45°.....	24
FIGURA 3- Ferramenta utilizada para o primeiro procedimento de calibração do sistema de pletismografia optoeletônica e movimentos realizados durante o segundo procedimento de calibração	25
FIGURA 4 – Representação dos três compartimentos da parede torácica.....	26
FIGURA 5 – Fluxograma com o número de sujeitos envolvidos no estudo, separados por centro	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Dados demográficos, antropométrico, espirométricos e clínicos dos 15 indivíduos avaliados	36
TABELA 2 – Análise das variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal em função do sexo e das três posições corporais	38
TABELA 3 – Comparações das variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal, intra e entre grupos, nas três posições	41
TABELA 4 – Modelos obtidos via análise de regressão para a influência da idade sobre as variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AB: abdômen
- CT: caixa torácica
- CTA: caixa torácica abdominal
- CTP: caixa torácica pulmonar
- COEP: comitê de ética em pesquisa
- CVF: capacidade vital forçada
- DP: desvio-padrão
- EAA: escore máximo de atividade
- EEFTO: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- EMA: escore ajustado de atividade
- *f*: frequência respiratória
- FC: frequência cardíaca
- FIG.: figura
- H: homens
- Hz: Hertz
- IMC: índice de massa corporal
- i.r.p.m.: incursões respiratórias por minuto
- Kg: quilograma
- L: litros
- LabCare: Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório
- M: mulheres
- ml: mililitro
- MEEM: mini-exame do estado mental
- O₂: oxigênio
- PA: pressão arterial
- PAH: perfil de atividade humana
- POE: pletismografia optoeletrônica
- SpO₂: saturação periférica da hemoglobina em oxigênio
- SPSS: *Statistical Package for Social Sciences*
- TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- Ti/Ttot: relação entre o tempo inspiratório e tempo total do ciclo respiratório
- UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
- UFPE: Universidade Federal de Pernambuco
- UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- V_{ab} (%): porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente

- VC: volume corrente
- V_{cta} (%): porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente
- V_{ctp} (%): porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente
- VC_{pt} : volume corrente da parede torácica
- VC_{pt}/Ti : fluxo inspiratório médio
- VE: ventilação minuto
- VEF_1 : volume expiratório forçado no primeiro segundo
- VEF_1/CVF : razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada ou Índice de *Tiffeneau*
- $V_{ef_{pt}}$: volume expiratório final da parede torácica
- $V_{if_{pt}}$: volume inspiratório final da parede torácica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	18
1.2 Objetivo	19
2 MATERIAIS E MÉTODO.....	20
2.1 Tipo de estudo.....	20
2.2 Local de realização	20
2.3 Amostra.....	20
2.3.1 Participantes.....	20
2.3.2 Critérios de inclusão	20
2.3.3 Critérios de exclusão	21
2.4 Aspectos éticos.....	21
2.5 Principal instrumento de medida.....	21
2.5.1 Pletismografia Optoeletrônica	21
2.6 Instrumentos de medida complementares.....	27
2.6.1 Espirômetros	27
2.6.2. Balança calibrada.....	28
2.6.3 Mini exame do estado mental (MEEM).....	28
2.6.4 Estetoscópio e esfigmomanômetro.....	29
2.6.5 Oxímetro de pulso	29
2.6.6 Perfil de Atividade Humana (PAH)	29
2.7 Variáveis analisadas	30
2.8 Procedimentos	30
2.9 Redução dos dados	32
2.10 Aspectos estatísticos.....	32
2.10.1 Análise estatística	32

2.10.2 Cálculo amostral.....	33
3 RESULTADOS.....	34
4 DISCUSSÃO	44
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE.....	60
ANEXOS.....	66

1 INTRODUÇÃO

O movimento respiratório normal que promove o ciclo respiratório é constituído pela expansão e pela retração da caixa torácica (CT) e do abdômen (AB) de modo sincrônico, durante a inspiração e a expiração, respectivamente¹. O padrão respiratório se compõe de variáveis relacionadas aos tempos e volumes respiratórios e o controle de ambos parece requerer uma ação integrada e coordenada de mecanismos centrais, periféricos e musculares^{1,2}. No repouso, durante a respiração tranquila, nota-se que a CT e o AB movem-se com considerável independência, acomodando diferentes volumes de forma harmônica.

Tem sido cada vez mais reconhecido que uma análise mais detalhada do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal pode fornecer informações valiosas sobre a capacidade do sistema respiratório. À medida que avanços foram feitos na tentativa de elucidar os mecanismos envolvidos no controle do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal, melhorias na instrumentação utilizada para sua avaliação também foram desenvolvidas^{3,4,5}.

A literatura demonstra o interesse na avaliação do padrão respiratório desde 1842⁶, por meio da contagem e documentação da frequência respiratória⁷. Apesar de ter o mérito de ser simples de ser medida, ser obtida por observação e não ser alterada pelo uso de qualquer dispositivo para a medição⁷, essa avaliação fornece pouca informação e pode ser frequentemente imprecisa³.

Uma outra possibilidade de avaliação desenvolvida foi a medida direta da ventilação pulmonar por meio de espirômetros ou pneumotacômetros. No entanto, esses instrumentos também apresentam algumas limitações como: influência das variações de temperatura e umidade do ambiente, da pressão barométrica, da viscosidade e densidade do gás expirado nos registros; necessidade do uso de interfaces (bocais, cliques nasais ou máscaras faciais) que podem ocasionar vazamentos, adicionar espaço morto ao volume corrente e promover redução da frequência respiratória, além de não poderem ser

utilizados para avaliação de crianças e adultos não cooperativos, assim como durante o sono e a fonação^{3,8,9,10}.

As limitações envolvidas nessas duas formas de avaliação levaram os pesquisadores a buscar alternativas de mensuração indireta do volume pulmonar por meio da medida do movimento da superfície externa da parede torácica^{11,12}. Nesse contexto, foram desenvolvidos a pneumografia por impedância^{3,13}, os silicons de mercúrio como medidores de tensão^{3,14}, os magnetômetros^{3,12} e a pletismografia respiratória por indutância^{14,15,16}. Os dois últimos foram os instrumentos mais extensivamente utilizados no passado e também apresentavam algumas limitações como: a necessidade de calibração constante a cada mudança de posição ou do indivíduo; a necessidade de cooperação e envolvimento do sujeito durante a calibração e o fato do funcionamento desse instrumento basear-se no modelo de dois graus de liberdade da parede torácica. Tendo em vista que as forças que agem sobre a parte superior da CT são diferentes daquelas que agem sobre a sua parte inferior, a mensuração da mudança de volume por meio dos diâmetros ântero-posterior ou lateral da CT e AB (magnetômetros) ou na área de secção transversa (pletismografia por indutância) destes compartimentos parece ser limitada e sujeita a erros^{14,15,16}.

Mais recentemente, surgiu a pletismografia optoeletrônica (POE) que é um instrumento, válido^{17,18} e confiável¹⁹, não-invasivo^{17,20}, capaz de fornecer, com acurácia, uma medida indireta das variações de volume da parede torácica e de seus três compartimentos (CT pulmonar, CT abdominal e AB)¹⁸, durante a respiração em diferentes posições e situações^{17,20,21}. A POE é um método que não assume qualquer pressuposto do número de graus de liberdade da parede torácica, não requer uso de bocal, clipe nasal ou qualquer outro dispositivo acoplado ao sujeito e não envolve a cooperação do indivíduo durante o processo de calibração^{8,9,17,21}.

Tanto o padrão respiratório quanto o movimento toracoabdominal dependem da complacência dos compartimentos²² e dessa forma, são influenciados por diferentes fatores como posicionamento do indivíduo^{17,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34}, sexo^{15,24,25,28,30,31,35}, idade^{15,28,30,36,37}, dentre outros^{38,39,40}.

A influência da postura sobre o movimento toracoabdominal de sujeitos saudáveis já foi extensivamente estudada na literatura^{17,23,24,25,26,27,28,30,}

^{31,32,33,34,35}, sendo atualmente bem estabelecido que a posição promove mudanças na cinemática da parede torácica durante a respiração tranquila. Estudos prévios^{17,23,24,25,26,27,28,30,31,32,34,35} investigaram as posições ereta (de pé ou sentada), supina, prona, decúbito lateral ou variados graus de inclinação do tronco em sujeitos saudáveis, por meio de diferentes instrumentos: silicões de mercúrio como medidores de tensão²³; magnetômetros^{24,25,26,27,35}, pletismografia respiratória por indutância^{28,30,32} e POE^{17,31,33,34}. Apesar da utilização de diferentes técnicas de medida, esses autores^{23,24,25,26,27,28,30,31,33} concordaram ao demonstrar que a respiração em repouso é predominantemente torácica nas posições eretas e abdominal na posição supina.

Por outro lado, o efeito da mudança da postura sobre o padrão respiratório foi pouco estudado^{29,31,33} e as medidas foram obtidas por dois diferentes instrumentos: pneumotacógrafo²⁹ e POE^{31,33}. Enquanto Baydur *et al.*²⁹ não observaram mudanças de volume corrente e ventilação minuto (VE) na mudança da postura sentada para supina, Romei *et al.*³¹ registraram maiores valores de volume corrente e VE na posição sentada. Adicionalmente, Piori *et al.*³³ não observaram alterações em nenhuma das variáveis do padrão respiratório avaliadas, com a mudança da postura sentada para supina.

Dos quatro estudos que utilizaram a POE, dois^{17,34} analisaram a repercussão da mudança de posição apenas no movimento toracoabdominal. Apesar de Romei *et al.*³¹ e Piori *et al.*³³ terem avaliado tanto o padrão respiratório quanto a cinemática da parede torácica, não foram descritas importantes variáveis do padrão respiratório como: volume inspiratório final da parede torácica ($V_{if_{pt}}$); volume expiratório final da parede torácica ($V_{ef_{pt}}$); relação entre o tempo inspiratório (T_i) e tempo total do ciclo respiratório (T_i/T_{tot}) e fluxo inspiratório médio (VC_{pt}/t_i) no estudo de Romei *et al.*³¹ Além disso, no que diz respeito ao movimento toracoabdominal, a resposta da CT abdominal às diferentes posturas não foi avaliada e isso é considerado um importante fator diferencial desse instrumento, tendo em vista que as forças que agem sobre a CT superior (adjacente aos pulmões) são bem diferentes daquelas que atuam sobre a sua parte inferior (adjacente ao diafragma). Por fim, no estudo de Piori *et al.*³³ apenas 12 sujeitos foram analisados e o estudo

não tinha como objetivo primário a avaliação da resposta do padrão respiratório e movimento toracoabdominal à mudança de posição.

Os efeitos do sexo sobre o padrão respiratório foram pouco estudados^{15,31} e a influência na cinemática da parede torácica ainda permanece controversa. Os únicos estudos^{15,31} que avaliaram a influência do sexo sobre o padrão respiratório, observaram menores volumes corrente e ventilação minuto em mulheres quando comparadas aos homens. Adicionalmente, com relação ao movimento toracoabdominal, enquanto alguns autores reportaram maior contribuição relativa da CT em mulheres^{24,31,35}, outros observaram contribuições semelhantes em ambos os sexos^{15,25,28,30}. Apenas o estudo de Romei *et al.*³¹ utilizou a POE, no entanto, a influência do sexo no padrão respiratório se restringiu à análise do VC_{pt} , VE e f . Além disso, a avaliação do efeito do sexo na CT abdominal não foi reportada, e, dentro do nosso conhecimento, ainda não foi avaliada na literatura. A possibilidade da influência da interação entre postura e sexo no padrão respiratório e movimento toracoabdominal durante a respiração tranquila só foi proposta nesse estudo³¹, no entanto, a análise dessa interação não foi reportada de forma clara.

Por fim, com relação à idade, todos os autores,^{15,28,30,36,37} dentro da literatura consultada, não observaram nenhuma diferença para as variáveis avaliadas, sugerindo que o processo de envelhecimento não influencia o padrão respiratório e movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis. No entanto, todos os estudos utilizaram a pletismografia por indutância como instrumento de avaliação e tendo em vista as limitações do instrumento, a mensuração das variações de volume por meio da área de secção transversa da CT parece ser sujeita a erros^{14,15,16}.

1.1 Justificativa

Os dados do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal fornecem importantes informações sobre a função respiratória e, dessa forma, devem ser considerados durante a avaliação fisioterápica de pacientes com

disfunções agudas e crônicas. Além disso, alguns dados relativos ao padrão respiratório, como frequência respiratória e volume corrente, são úteis durante o acompanhamento de diversas intervenções da fisioterapia respiratória^{3,30,36}. Ambos dependem da complacência dos compartimentos e, por isso, são influenciados por diferentes fatores, dos quais se destacam a posição, o sexo e a idade^{15,17,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37}.

Vários estudos^{15,17,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37} avaliaram a influência da postura, do sexo e da idade, de forma isolada sobre as variáveis do padrão respiratório e/ou movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis por meio de diferentes instrumentos. No entanto, nenhum estudo avaliou a influência desses três fatores em conjunto, tanto no padrão respiratório quanto no movimento toracoabdominal. Além disso, dentro do nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou a influência desses três fatores sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal utilizando a POE. A utilização da POE possibilita analisar de forma tricompartmental as variações de volume, sem a necessidade de pré estabelecer graus de liberdade para a parede torácica, possibilitando, assim, um estudo mais minucioso da influência desses fatores nos diferentes compartimentos da parede torácica (CT pulmonar, CT abdominal e AB), bem como as avaliações do $V_{if_{pt}}$ e $V_{ef_{pt}}$, que são outros diferenciais desse instrumento.

Tendo em vista a relevância da avaliação do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal e dos fatores que os influenciam e considerando as importantes vantagens ao se obter essas variáveis utilizando a POE, torna-se importante estudar de forma mais minuciosa a influência desses fatores nos três compartimentos da parede torácica.

1.2 Objetivo

Avaliar a influência da postura, do sexo e da idade sobre o padrão respiratório e movimento toracoabdominal no repouso em indivíduos saudáveis com idade entre 20 e 89 anos por meio da pletismografia optoeletrônica.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Tipo de estudo

Estudo observacional do tipo transversal, multicêntrico.

2.2 Local de realização

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da Universidade Federal de Minas Gerais; no Laboratório de Desempenho PneumoCardioVascular e Músculos Respiratórios da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco.

2.3 Amostra

2.3.1 Participantes

A amostragem foi não probabilística. Os participantes foram recrutados da comunidade por meio de cartazes e anúncios em jornais, meio eletrônico e rádio.

2.3.2 Critérios de inclusão

Apresentar idade entre 20 e 89 anos; índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,99 Kg/m² ⁴¹; ausência de distúrbios ventilatórios de qualquer ordem na prova de função pulmonar de acordo com os valores previstos por Pereira *et al.*⁴² ; não relatar a presença de doenças neuromusculares e/ou insuficiência cardíaca congestiva; apresentar função cognitiva preservada de acordo com o Mini Exame do Estado Mental (MEEM)⁴³ e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 1).

2.3.3 Critérios de exclusão

Ser incapaz de compreender e/ou realizar algum dos procedimentos da coleta de dados.

2.4 Aspectos éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (Parecer ETIC 0194.0.203.000-11).

2.5 Principal instrumento de medida

2.5.1 Pletismografia optoeletrônica (POE)

Como proposto por Konno e Mead¹¹, a relação entre movimento e mudança de volume pode ser avaliada por meio da análise da geometria das partes. A evolução técnica em processamento de imagens e computação paralela permitiu a análise do movimento de vários pontos sobre a superfície corporal utilizando um sistema de análise de refletância óptica. O processador

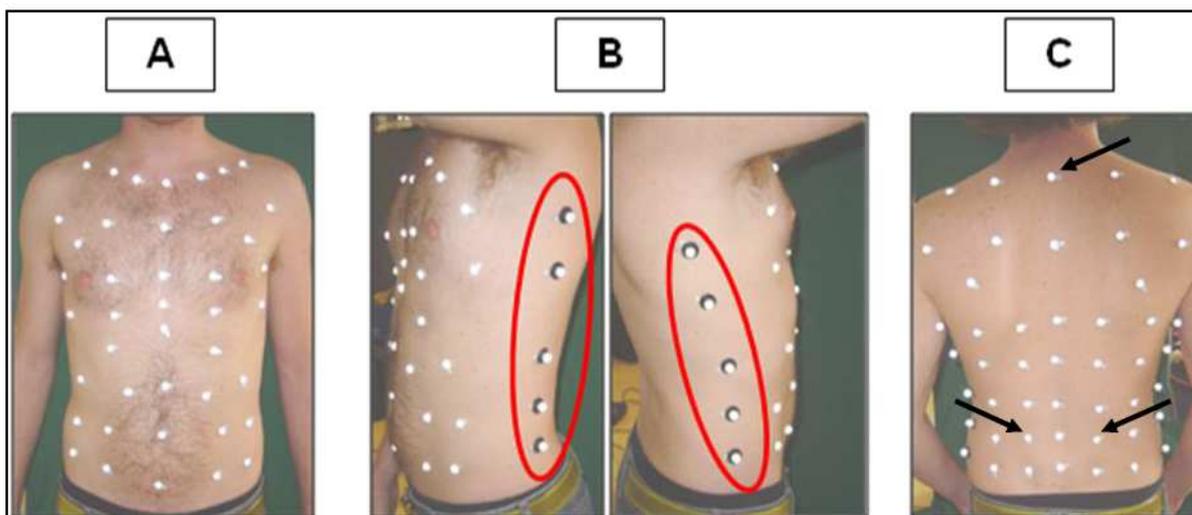
de imagens conhecido como ELITE foi um sistema digitalizado criado para identificar objetos de formas pré determinadas e para monitorar sua trajetória em 3D em tempo real, sendo extensivamente utilizado para análise da marcha^{18,44}. Em 1994, ele foi adaptado para estimar as mudanças de volume da parede torácica, inicialmente, pela determinação das coordenadas tridimensionais de 32 marcadores posicionados entre a segunda costela e a linha transversal do AB, com a computação do volume, por meio de um modelo geométrico baseado em 54 tetraedros. No entanto, foi observada uma subestimação importante do volume pulmonar obtido com esse sistema, comparado com o fornecido pela espirometria⁴⁵. Isso levou ao uso de uma configuração ampliada, com inicialmente, 86 marcadores¹⁸, e, posteriormente, 89 marcadores⁴⁶, para melhorar a acurácia na mensuração do volume e permitir melhor delimitação anatômica da parede torácica. Na configuração com 89 marcadores, proposto por Gorini *et al.*⁴⁶ foram adicionados três marcadores na configuração proposta por Cala *et al.*¹⁸, na região posterior da parede torácica (FIG.1 C). Em 2000, Aliverti *et al.*⁴⁷ utilizou pela primeira vez a denominação pletismografia optoeletrônica (POE) para o instrumento, que foi utilizado para avaliar pacientes em terapia intensiva.

A POE mede as posições tridimensionais e deslocamentos de cada ponto, composto por esferas ou hemiesferas plásticas de 6 ou 10 milímetros de diâmetro revestidas por papel reflexivo que são posicionadas por meio de fita adesiva dupla-face hipoalergênica na parede torácica do sujeito em análise^{48,49}. As coordenadas tridimensionais de cada um dos marcadores são determinadas, utilizando-se, no mínimo, quatro câmeras especiais, que emitem luz infravermelha, operam em até 60 Hz e permitem a visualização em tempo real das imagens a serem analisadas⁹. O feixe de luz infravermelho emitido pelos flashes das câmeras é refletido por cada marcador e captado pelas câmeras. O sinal é levado a um processador paralelo que identifica a posição bidimensional (X e Y) de cada marcador em cada câmera. Após computar e classificar as coordenadas bidimensionais de todos os marcadores fornecidos por pelo menos duas câmeras, o sistema computa as coordenadas tridimensionais por estereofotogrametria^{9,50}. Dessa forma, a informação geométrica tridimensional é extraída a partir da combinação de pelo menos

duas imagens bidimensionais obtidas por duas câmeras em um mesmo instante do tempo em posições diferentes⁵¹.

As câmeras sincronizadas captam a luz refletida dos marcadores passivos fixados na pele do sujeito em 89 pontos, sendo 42 marcadores anteriores, 37 posteriores e dez laterais, quando na posição ortostática ou sentada, referentes às estruturas anatômicas da CT e AB^{8,9}. Nessas posições, os marcadores são dispostos em sete linhas horizontais entre as clavículas e a espinha íliaca ântero-superior, anteriormente, e linhas posteriores equivalentes. Ao longo das linhas horizontais, os marcadores são arranjados anteriormente e posteriormente, em cinco linhas verticais e mais duas linhas bilaterais nas regiões medioaxilares⁴⁶. A FIG. 1 mostra a disposição dos 89 marcadores.

FIGURA 1- Disposição dos 89 marcadores na configuração utilizada nas posições ortostática e sentada.

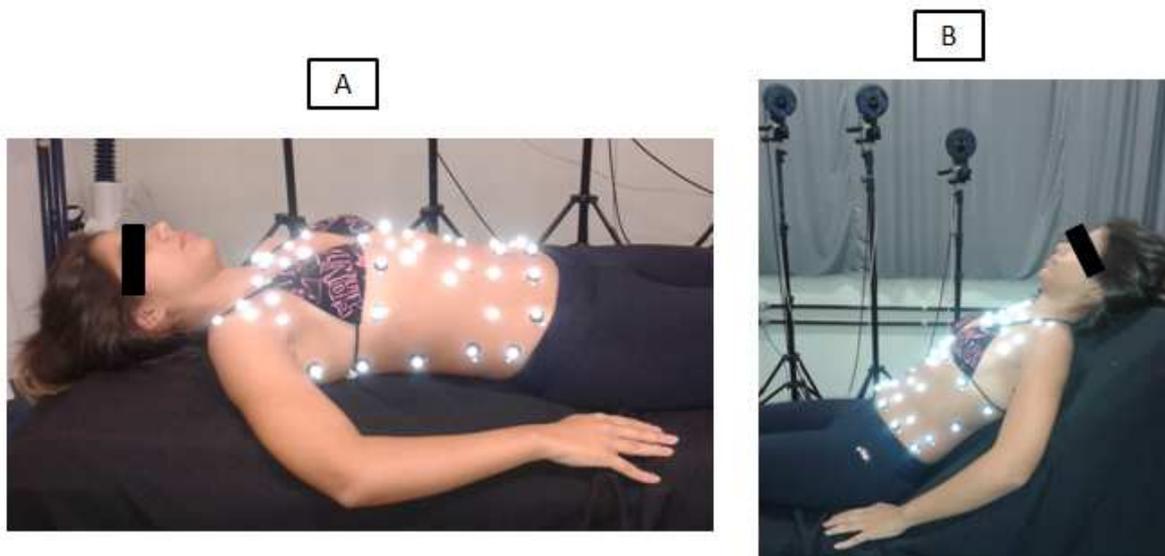


Nota: 42 marcadores são posicionados anteriormente (A), 10 lateralmente, destacados em vermelho (B) e 37 posteriormente (C). As setas indicam os três marcadores adicionados à configuração de 86 marcadores proposta por Cala *et al.*¹⁸
 Fonte: Vieira⁵², 2011, p.38.

Quando na posição supina, 52 marcadores são distribuídos, sendo 42 anteriores e dez laterais, considerando-se as estruturas anatômicas localizadas na região anterior ou posterior do tronco, respectivamente. Nesses casos, para a construção do modelo geométrico, considera-se um número de pontos virtuais pertencentes a um plano de referência fixo que correspondem ao plano horizontal da superfície de apoio¹⁷. A FIG. 2 mostra as disposições

dos marcadores nas posições supina e decúbito dorsal com inclinação de cabeceira de 45°.

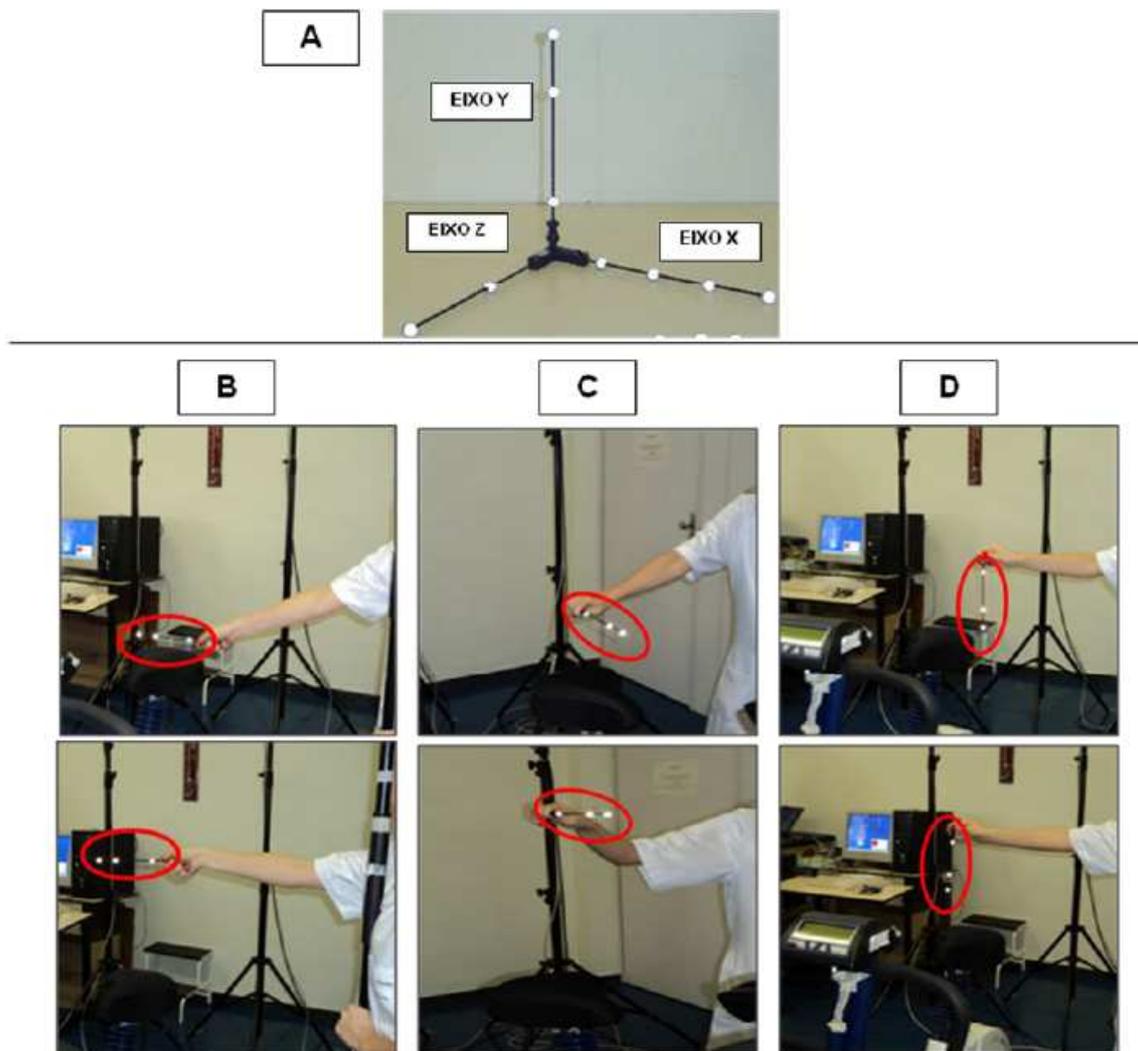
FIGURA 2- Disposição dos 52 marcadores na configuração utilizada nas posições supina (A) e decúbito dorsal com inclinação de 45° (B).



Fonte: Elaboração da autora.

A calibração do sistema consiste em dois procedimentos para a determinação acurada das coordenadas tridimensionais. O primeiro, importante para correções de distorções ópticas⁵³, baseia-se na aquisição, durante cinco segundos, de um conjunto de marcadores dispostos em uma peça metálica nos eixos X, Y e Z (FIG. 3 A). A peça é posicionada na área de coleta sobre uma superfície plana, para as aquisições realizadas nas posições ortostática, sentada e supino. Para as coletas realizadas com inclinação de tronco, a haste é posicionada no plano com o grau de inclinação em que a coleta será realizada. O segundo procedimento da calibração, necessário para determinação de parâmetros geométricos das equações de colinearidade utilizadas na computação das coordenadas 3D⁵³, é realizado apenas com o eixo Y da peça metálica que deve ser movimentado pelo pesquisador nos planos frontal, sagital e transversal de forma a abranger toda a área que a parede torácica do sujeito ocupa no espaço da coleta durante 40, 20 e 20 segundos, respectivamente (FIG. 3 B, C, e D).

FIGURA 3A- Ferramenta utilizada para o primeiro procedimento de calibração do sistema de pletismografia optoeletrônica, com identificação dos seus diferentes eixos (X,Y,Z). 3B, 3C e 3D- Alguns dos movimentos realizados durante o segundo procedimento de calibração do sistema, utilizando-se o eixo Y da ferramenta de calibração, destacado em vermelho, nos planos de movimento frontal, sagital e transversal, respectivamente.

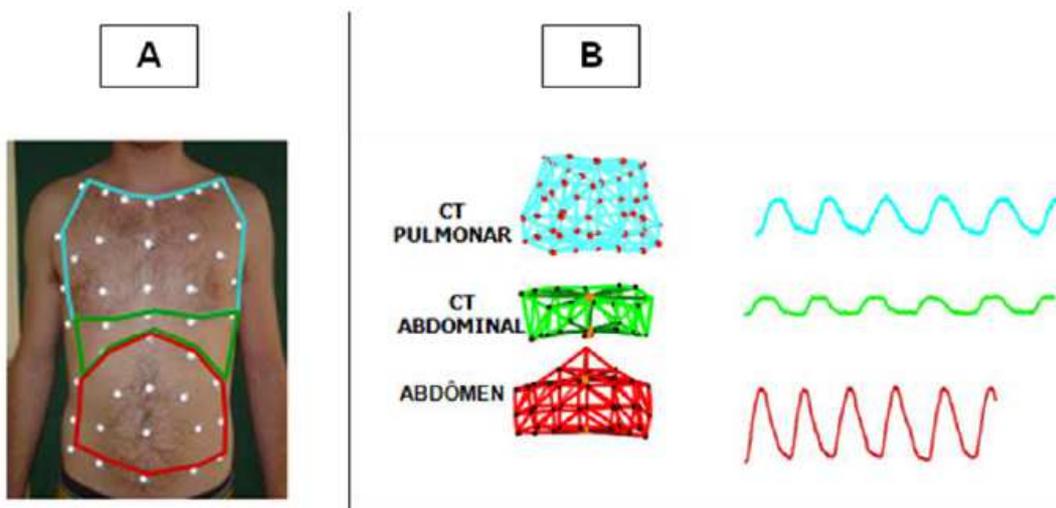


Fonte: Vieira⁵², 2011, p.40.

A partir das coordenadas tridimensionais de cada ponto, o volume envolvido pela superfície da parede torácica é computado conectando-se os pontos para formar triângulos tetraedros. Um modelo geométrico desenvolvido com base no Teorema de Gauss, no qual a integral da superfície é convertida na integral de volume, é, então, aplicado para determinação do volume delimitado pela parede torácica^{8,9}.

Por meio do modelo geométrico da parede torácica, é possível obter as variações de volume da parede torácica e as contribuições de cada compartimento para o volume pulmonar total⁸(FIG. 4). Para isso, são estabelecidos limites anatômicos entre os compartimentos. O limite entre a CT pulmonar e a CT abdominal é adotado como uma secção transversa no nível do processo xifoide, enquanto o limite entre a CT abdominal e AB é estabelecido ao longo da margem costal, anteriormente, e no nível do ponto mais baixo da margem costal inferior, posteriormente⁵⁴.

FIGURA 4- Representação dos três compartimentos da parede torácica. A- delimitação dos três compartimentos da parede torácica na vista anterior. B- modelos geométricos e respectivos traçados relativos ao volume gerado em cada um dos três compartimentos.



Nota: CT – caixa torácica
 Fonte: Vieira⁵², 2011, p.42.

A validade da POE para mensurar as variações de volume foi avaliada em diferentes populações^{47,48,49,55}, posições^{17,18,34}, durante o repouso^{18,47,55} e durante o exercício^{55,56,57}. O volume corrente^{18,47,48,55} e a capacidade inspiratória⁵⁶ obtidos por meio desse instrumento foram comparados com aqueles obtidos por meio de um espirômetro ou pneumotacômetro. No geral, os estudos demonstraram boa relação linear entre os métodos avaliados, com valores de r^2 superiores a 0,89^{18,47,48,56}. Além disso, a diferença entre os valores obtidos pelos instrumentos foi, em média, inferior a

10%^{47,48,58} e a análise de Bland-Altman demonstrou boa concordância entre os métodos^{47,48,49}. Já a confiabilidade desse instrumento foi avaliada em apenas três estudos^{19,59,60}. O estudo de Vieira *et al.*¹⁹ teve como objetivo primário a avaliação da confiabilidade do instrumento e a análise estatística completa recomendada para avaliação da confiabilidade foi empregada. Os resultados mostraram valores de coeficiente de correlação intraclassa superiores a 0,75 e coeficientes de variação do método erro inferiores a 10% para a maioria das variáveis no repouso e durante o exercício. Diante dos dados apresentados, podemos concluir que a POE mostrou ser um instrumento válido e confiável para avaliar os volumes da parede torácica em diferentes populações e protocolos experimentais.

A POE foi utilizada neste estudo para avaliar o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal, durante a respiração de repouso em três posições: sentada, supino e em decúbito dorsal com inclinação de tronco em 45°. Para obtenção dos dados foram utilizadas seis ou oito câmeras.

2.6 Instrumentos de medida complementares

Os instrumentos abaixo foram utilizados para avaliação dos critérios de inclusão e dados vitais e para caracterização da amostra.

2.6.1 Espirômetros

A espirometria é um teste que permite diagnóstico e quantificação de distúrbios ventilatórios, uma vez que mensura os volumes, fluxos aéreos e capacidades pulmonares. O espirômetro (*Koko, Ferraris Respiratory, EUA*) foi utilizado em Belo Horizonte, o espirômetro (*Koko, Ferraris Longmont, EUA*) foi utilizado em Natal e o espirômetro (*Micro Medical Microloop MK8, Kent, Inglaterra*) em Recife. Os espirômetros foram calibrados previamente ao teste, utilizando-se uma seringa com volume conhecido conforme as condições de

temperatura ambiente. Os instrumentos foram utilizados no presente estudo para realização da prova de função pulmonar de acordo com as normas recomendadas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, atendendo aos critérios de inclusão. A avaliação espirométrica foi realizada utilizando os valores de referência de Pereira *et al.*⁴².

2.6.2 *Balança calibrada*

Uma balança calibrada com estadiômetro foi utilizada para aferir a massa corporal e a altura dos participantes. Com base nesses dados, o IMC (peso em Kg / altura² em m) de cada participante foi calculado para atender ao critério de inclusão.

2.6.3 *Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)*

O MEEM (ANEXO 2) é um instrumento que fornece informações sobre diferentes parâmetros cognitivos, contendo questões agrupadas em sete categorias, cada uma delas planejada com o objetivo de avaliar "funções" cognitivas específicas como: orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação de três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore do MEEM pode variar de um mínimo de 0 pontos, o qual indica o maior grau de comprometimento cognitivo dos indivíduos, até um total máximo de 30 pontos, o qual, por sua vez, corresponde a melhor capacidade cognitiva. Foram utilizados os seguintes pontos de corte: 13 para analfabetos; 18 para escolaridade baixa e média (1 a 7 anos de escolaridade) e 26 para alta escolaridade (8 ou mais anos de escolaridade)⁴³. Esse instrumento foi utilizado para avaliar a função cognitiva dos participantes, tendo em vista que os participantes deveriam responder ao

questionário perfil de atividade humana, sendo necessário para tanto, função cognitiva preservada.

2.6.4 Estetoscópio e esfigmomanômetro

Para mensuração da pressão arterial (PA) em repouso foram utilizados esfigmomanômetro e estetoscópio.

2.6.5 Oxímetro de pulso

O oxímetro de pulso foi utilizado para verificar a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e frequência cardíaca (FC) dos participantes, em repouso.

2.6.6 Perfil de Atividade Humana (PAH)

O PAH (ANEXO 3) consiste em um questionário de 94 itens para avaliar o nível geral de atividade física de indivíduos saudáveis, em qualquer faixa etária, e de indivíduos com algum grau de disfunção. Os itens representam atividades comuns e estão dispostos de acordo com o custo energético da atividade. Para cada item existem três possíveis respostas: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”. Com base em cada resposta, calculam-se o escore máximo de atividade (EMA) e o escore ajustado de atividade (EAA). O EMA corresponde à numeração da atividade com a mais alta demanda de oxigênio que o indivíduo “ainda faz” e o EAA é calculado subtraindo-se do EMA o número de itens que o indivíduo “parou de fazer”. Com base no escore EAA, o indivíduo é classificado como debilitado ou inativo (EAA<53), moderadamente ativo (EAA entre 53 e 74) ou ativo (EAA>74)^{61,62}. O PAH foi utilizado para avaliar o nível de atividade física dos participantes, pois a

literatura indica associação entre nível de atividade física e parâmetros da função respiratória.

2.7 Variáveis Analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis relacionadas ao padrão respiratório:

- Volume corrente da parede torácica (VC_{pt});
- Frequência respiratória (f);
- Ventilação minuto (VE);
- Volume inspiratório final da parede torácica ($V_{if_{pt}}$);
- Volume expiratório final da parede torácica ($V_{ef_{pt}}$);
- Relação entre o tempo inspiratório (T_i) e tempo total do ciclo respiratório (T_i/T_{tot});
- Fluxo inspiratório médio (VC_{pt}/t_i).

As variáveis relacionadas ao movimento toracoabdominal analisadas foram:

- Porcentagem de contribuição da CT pulmonar para o volume corrente ($V_{ctp}\%$);
- Porcentagem de contribuição da CT abdominal para o volume corrente ($V_{cta}\%$);
- Porcentagem de contribuição do AB para o volume corrente ($V_{ab}\%$).

2.8 Procedimentos

A coleta de dados foi realizada em um ou dois dias, dependendo da disponibilidade do participante. Inicialmente, os participantes receberam informações a respeito da pesquisa e, após assinatura do TCLE, responderam a um questionário para coleta de dados clínicos e demográficos. Posteriormente, o peso e altura foram aferidos para o cálculo do IMC.

Após mensuração dos dados iniciais (PA, f , FC e SpO₂), os participantes responderam ao MEEM que foi administrado por um avaliador treinado. Após aprovação no MEEM, os sujeitos receberam orientações sobre como realizar a espirometria, que foi realizada por um avaliador treinado. Os indivíduos foram orientados a se sentarem com o tronco apoiado e a 90° em relação aos membros inferiores, cabeça em posição neutra, pés totalmente encostados no solo e com clipe nasal. Antes da realização de cada teste foi realizada a calibração do espirômetro que considera a temperatura ambiente e um volume de 3000 ml de ar injetado por uma seringa. Após a realização do teste, os participantes responderam ao PAH que foi administrado por um avaliador treinado.

Em seguida, com o participante sem camisa e sentado na cadeira com os pés fixos, 89 marcadores foram posicionados na parede toracoabdominal anterior e posterior por meio da fita hipoalérgica bi-adesiva, em pontos anatômicos pré-determinados. Na sequência, foram realizadas as calibrações estática e dinâmica da POE. Para isso, as câmeras foram posicionadas de acordo com a altura do participante e ajustadas a fim de se obter melhor foco, zoom e clareza da imagem. Os eixos X, Y e Z foram colocados na área onde a coleta foi realizada para que o sistema processasse o registro da área de trabalho da coleta. Posteriormente, foi realizada a calibração nos planos sagital, frontal e transversal de modo que toda a área em que o tronco do sujeito fosse posicionado fosse “varrida” com o eixo Y da peça metálica.

A respiração de repouso foi avaliada em três posições: sentada, supino e em decúbito dorsal com inclinação de tronco de 45°. Após avaliação em repouso na posição sentada, os marcadores da parte posterior do tronco foram retirados, permanecendo apenas os 52 marcadores posicionados na parte anterior da parede torácica. Em seguida, foram registrados os dados na posição supina. Por último, foi realizada novamente a calibração para a coleta

na posição decúbito dorsal com inclinação de tronco, na qual a calibração estática foi realizada com a haste posicionada com inclinação de 45°. Posteriormente, a aquisição de dados nessa posição foi feita. Foram registrados 300 segundos da respiração de repouso, definida pelo padrão respiratório naturalmente adotado pelo indivíduo, em cada uma das três posições.

2.9 Redução dos dados

As variáveis relacionadas ao padrão respiratório e ao movimento toracoabdominal foram determinadas utilizando-se 100 segundos de ciclos respiratórios considerados regulares. Sempre que possível, os ciclos intermediários dos 300 segundos registrados para cada posição foram utilizados, descartando-se, dessa forma, os 100 segundos iniciais e os 100 segundos finais do registro.

2.10 Aspectos estatísticos

2.10.1 Análise estatística

A distribuição normal das variáveis contínuas foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. As comparações entre os sexos masculino e feminino, das variáveis sociodemográficas, espirométricas, e clínicas foram conduzidas pelos testes *t-Student* para amostras independentes, *Mann Whitney* ou χ quadrado, de acordo com a característica e/ou distribuição da variável.

Para verificar a influência do sexo e da posição sobre as variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) fatorial mista com medidas repetidas, em um delineamento de parcelas e subparcelas 3x2 (posições x sexo, respectivamente). As análises

post hoc foram feitas a partir das diferenças entre as posições (delta sentado-inclinado; delta sentado-deitado; delta inclinado-deitado) e conduzidas via teste de *Bonferroni* para múltiplas comparações.

A influência da idade, analisada de forma conjunta com o sexo e a posição, sobre as variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal, foi avaliada realizada utilizando o modelo de regressão linear múltipla, método *stepwise*. O modelo final foi determinado a partir do coeficiente de determinação ajustado (R^2) e pela significância estatística. Para determinação da qualidade estatística do modelo foi verificada: 1) a ausência de multicolinearidade, pelos fatores inflatores da variância e 2) a presença de homogeneidade e distribuição normal dos resíduos, por análise visual gráfica⁶³.

As associações bivariadas foram avaliadas via teste de correlação de Spearman.

O nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram expressos como média e desvio-padrão ou como média e intervalo de confiança de 95% das diferenças. Os dados foram analisados no programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS* (versão 15.0).

2.10.2 Cálculo amostral

O cálculo do tamanho amostral foi realizado a *posteriori* e juntamente com o poder estatístico foi obtido a partir dos resultados da análise de regressão linear múltipla com quatro variáveis independentes (sexo, idade, sent_incl, sent_deit). Para o cálculo do tamanho de efeito foram consideradas as equações propostas por Cohen.

$$f^2 = \frac{R^2}{1 - R^2}$$

$$\lambda = f^2 n$$

Onde: f^2 = estimativa do tamanho de efeito do modelo;

λ = lambda (usado p/ encontrar o poder);

n = graus de liberdade dos ε_i ($n = n_{amostra} - k - 1$).

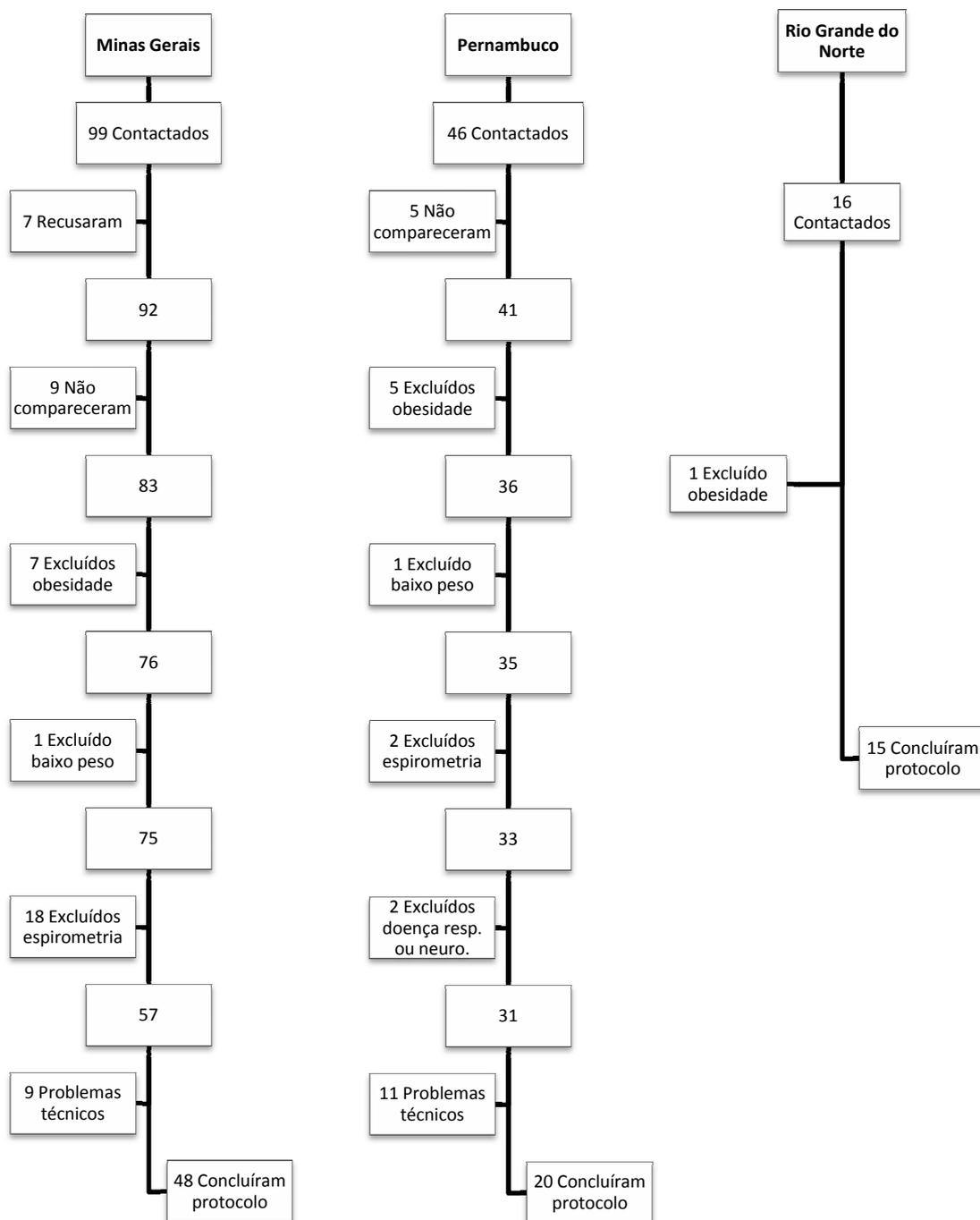
Foram consideradas as seguintes variáveis: " $V_{ctp}\%$ ", " $V_{ab}\%$ " e " $V_{ef_{pt}}$ ". O tamanho de efeito mínimo encontrado foi grande ($f^2= 0,66$) e o poder estatístico mínimo atingiu 0,97. Dessa forma, a amostra foi estimada em no mínimo 27 indivíduos para todas as variáveis analisadas.

3 RESULTADOS

Inicialmente, 161 indivíduos foram contatados nos três centros, dos quais sete se recusaram a participar e 14 não compareceram à coleta dos dados. Dos 140 sujeitos avaliados, 57 foram excluídos: 13 por apresentarem IMC acima de $29,99 \text{ Kg/m}^2$; dois por apresentarem IMC abaixo de $18,5 \text{ Kg/m}^2$; 20 por não atingirem os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade na prova de função pulmonar, dois por relatarem doença respiratória ou neurológica; e 20 por problemas técnicos com a pletismografia optoeletrônica, desde intercorrências durante a aquisição dos dados até o não funcionamento do sistema. Dessa forma, 83 indivíduos concluíram todo o protocolo do estudo. A FIG. 5 apresenta um fluxograma com todos os indivíduos envolvidos no estudo, separados por centros, desde a tentativa de recrutamento até a conclusão do protocolo da coleta.

A TAB. 1 apresenta os dados demográficos, antropométricos, espirométricos e clínicos dos indivíduos avaliados, separados por sexo. A amostra foi constituída em sua maioria por mulheres e os grupos foram heterogêneos para idade e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1). Houve diferença significativa na pontuação do Perfil de Atividade Humana (PAH) entre os grupos, sem interferência na classificação. Homens e mulheres foram classificados como ativos.

FIGURA 5- Fluxograma com o número de sujeitos envolvidos no estudo, separados por centro.



Fonte: Elaboração da autora.

TABELA 1 – Dados demográficos, antropométricos, espirométricos e clínicos dos indivíduos avaliados.

VARIÁVEIS	Homens	Mulheres	Valor p
Sexo	31 (37%)	52 (63%)	0,028
Idade (anos)	36 (19) [21 - 81]	47 (22) [21 – 85]	0,034
IMC (Kg/m²)	25,21 (2,50)	24,19 (2,99)	NS
VEF₁ (L)	3,96 (0,56)	2,58 (0,69)	< 0,0001
VEF₁ (% previsto)	94,05 (11,60)	93,58 (9,25)	NS
CVF (% previsto)	94,23 (10,54)	92,40 (8,71)	NS
VEF₁/CVF	0,83 (0,06)	0,83 (0,07)	NS
PAH	92 (3)	80 (14)	< 0,0001
Inativo	-	45,33 (8,33)	
Mod. Ativo	-	68,78 (5,21)	
Ativo	92,00 (2,91)	87,75 (6,07)	
MEEM	28 (2)	29 (2)	NS

Dados apresentados como média (desvio-padrão), exceto sexo (%). Mínimo e máximo para idade entre colchetes. CVF: capacidade vital forçada; IMC: índice da massa corporal; MEEM: Mini-Exame do Estado Mental; PAH: Perfil de Atividade Humana; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada ou índice de *Tiffeneau*; p:nível de significância; NS: não significativo.

A TAB. 2 reporta os valores absolutos das variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal em homens e mulheres nas três posições corporais. A ANOVA fatorial mista indicou diferenças entre os sexos para as variáveis $V_{ctp}\%$ e $V_{ab}\%$ e entre as posições (sentado, inclinado e deitado) para as variáveis $V_{ctp}\%$, $V_{cta}\%$ e $V_{ab}\%$. Além disso, houve efeito de interação (sexo x posição) para as variáveis VC_{pt} , VE , $V_{ef_{pt}}$, $V_{if_{pt}}$ e VC_{pt}/Ti . As variáveis f e Ti/T_{tot} não sofreram influência do sexo nem da mudança de posição.

TABELA 2 – Análises das variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal em função do sexo e das três posições corporais.

VARIÁVEIS	HOMENS			MULHERES			Anova	Anova	Anova
	SENTADO	INCLINADO	DEITADO	SENTADO	INCLINADO	DEITADO	Posição	Sexo	Interação
							(F _{gl} =2; p)	(F _{gl} =1; p)	(F _{gl} =2; p)
VC_{pt} (L)	0,84 (0,45)	0,59 (0,26)	0,58 (0,28)	0,53 (0,23)	0,44 (0,16)	0,41 (0,16)	15,48; <0,0001	40,17; <0,0001	6,20; 0,009
V_{ctp}%	37,41 (8,44)	30,97 (10,63)	19,50 (9,85)	43,02 (11,38)	39,74 (14,31)	23,01 (10,51)	118,08; <0,0001	7,34; 0,008	2,13; NS
V_{cta}%	21,93 (5,81)	14,25 (3,92)	11,50 (4,36)	19,51 (5,35)	13,13 (4,95)	11,90 (4,63)	103,65; <0,0001	1,52; NS	2,28; NS
V_{ab}%	40,83 (10,52)	55,40 (13,26)	69,77 (13,36)	37,42 (12,23)	46,49 (15,89)	65,41 (13,26)	183,91; <0,0001	4,66; 0,034	1,95; NS
VE (L/min)	11,67 (4,89)	8,21 (2,55)	8,32 (2,78)	7,98 (1,95)	6,71 (1,83)	6,36 (1,47)	66,77; <0,0001	19,96; <0,0001	11,38; <0,0001
V_{efpt} (L)	25,13 (3,77)	20,90 (3,59)	22,38 (4,48)	19,79 (3,77)	17,75 (4,03)	19,53 (3,91)	82,45; <0,0001	19,11; <0,0001	15,48; <0,0001
V_{ifpt} (L)	25,96 (3,80)	21,47 (3,63)	22,96 (4,50)	20,32 (3,84)	18,19 (4,06)	19,94 (3,95)	92,99; <0,0001	20,63; <0,0001	17,61; <0,0001
f (irpm)	15,66 (5,49)	15,69 (4,59)	16,15 (4,72)	16,72 (4,67)	16,86 (5,22)	17,35 (5,49)	0,82; NS	1,16; NS	0,01; NS
Ti/Ttot (%)	40,89 (5,95)	40,70 (4,83)	42,22 (4,87)	40,52 (4,17)	40,38 (3,66)	41,90 (8,94)	1,87; NS	0,13; NS	0,001; NS
VC_{pt}/Ti (L/s)	0,48 (0,17)	0,34 (0,10)	0,34 (0,11)	0,33 (0,08)	0,28 (0,08)	0,27 (0,07)	67,34; <0,0001	20,13; <0,0001	9,76; 0,001

Dados apresentados como média (desvio padrão). VC_{pt}: volume corrente da parede torácica; V_{ctp}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente; V_{cta}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente e V_{ab}%: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente; VE: ventilação minuto; V_{efpt}: volume expiratório final da parede torácica; V_{ifpt}: volume inspiratório final da parede torácica; f: frequência respiratória; Ti/Ttot: porcentagem de tempo inspiratório em relação ao tempo total; VC_{pt}/Ti: fluxo inspiratório médio; F_{gl}: estatística F e seus respectivos graus de liberdade; p: nível de significância; NS: não significativo.

A TAB. 3 apresenta as análises *post hoc* que compararam a variação das respostas (delta) intra e entre grupos nas três posições. As variáveis VC_{pt} , $V_{cta}\%$, VE e VC_{pt}/Ti apresentaram redução significativa ao mudar da posição sentada para inclinada ($\Delta_{sent-incl}$) e de sentado para deitado ($\Delta_{sent-deitado}$), em ambos os sexos. No entanto, esta redução foi mais acentuada no sexo masculino ($p < 0,02$), exceto para a variável $V_{cta}\%$ que reduziu igualmente em ambos os sexos. A mudança de posição de inclinado para deitado ($\Delta_{incl-deit}$) e os sexos masculino e feminino não afetaram o comportamento destas variáveis.

A $V_{ab}\%$ aumentou significativamente, ao mudar da posição sentada para inclinada ($\Delta_{sent-incl}$), de sentado para deitado ($\Delta_{sent-deitado}$) e de inclinado para deitado, tanto em homens quanto em mulheres. De forma similar e contrária, a $V_{ctp}\%$ apresentou reduções significativas em homens e mulheres nas posições avaliadas, exceto em mulheres, na comparação entre a posição sentada e inclinada ($\Delta_{sent-incl}$), cuja variação não foi significativa. A $V_{ab}\%$ aumentou com a redução da inclinação do tronco, enquanto, a $V_{ctp}\%$ aumentou significativamente com a verticalização do tronco. As mulheres apresentaram maior redução da $V_{ctp}\%$ ao passar da posição inclinada para deitada comparadas aos homens.

As variáveis $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ apresentaram redução significativa ao mudar da posição sentada para inclinada ($\Delta_{sent-incl}$), em ambos os sexos e de sentado para deitado ($\Delta_{sent-deitado}$), apenas no sexo masculino. A redução foi mais acentuada no sexo masculino ($p < 0,0001$) para as duas comparações. A mudança de posição de inclinado para deitado ($\Delta_{incl-deit}$) e os sexos não afetaram o comportamento destas variáveis.

As variáveis f e T_i/T_{tot} não foram influenciadas pelo sexo ou pela mudança de posição.

TABELA 3 - Comparações das variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal, intra e entre grupos, nas três posições.

Média das diferenças e IC 95%						
VARIÁVEIS	HOMENS			MULHERES		
	Δ SENT-INCL	Δ SENT-DEIT	Δ INCL-DEIT	Δ SENT-INCL	Δ SENT-DEIT	Δ INCL-DEIT
VC_{pt} (L)	-0,25 * (-0,47 a -0,04)	-0,25 * (- 0,46 a -0,04)	-0,00 (-0,21 a 0,21)	-0,09 (-0,18 a -0,05)	-0,12 (-0,21 a -0,04)	0,03 (-0,12 a 0,06)
$V_{ctp}\%$	-7,26 (-13,66 a -0,86)	-17,08 (-23,48 a -10,68)	-9,82 (-16,27 a - 3,37)	-3,36 (-9,13 a 2,40)	-20,24 (-26,01 a -14,47)	-16,88 * (-22,56 a -11,20)
$V_{cta}\%$	-7,80 (-10,79 a -4,80)	-10,30 (-13,27 a -7,33)	-2,50 (-5,50 a 0,49)	-6,31 (-8,70 a -3,91)	-7,80 (-10,20 a -5,41)	-1,49 (-3,85 a 0,87)
$V_{ab}\%$	15,02 (6,92 a 23,11)	28,21 (20,18 a 36,24)	13,19 (5,10 a 21,29)	9,12 (2,53 a 15,71)	28,39 (21,80 a 34,98)	19,27 (12,79 a 25,76)
VE (L/min)	-3,42 * (-5,63 a -1,21)	-3,28 * (-5,47 a -1,09)	0,14 (-2,06 a 2,35)	-1,16 (-2,02 a -0,31)	-1,57 (-2,43 a -0,72)	-0,41 (-1,25 a 0,43)
$V_{ef_{pt}}$ (L)	-4,23 * (-6,68 a -1,78)	-2,73 * (-5,16 a -0,30)	1,50 (-0,96 a 3,95)	-2,09 (-3,96 a -0,21)	-0,40 (-2,27 a 1,48)	1,69 (-0,16 a 3,54)
$V_{if_{pt}}$ (L)	-4,48 * (-6,95 a -2,02)	-2,97 * (-5,42 a -0,53)	1,51 (-0,96 a 3,98)	-2,18 (-4,08 a -0,28)	-0,52 (-2,42 a 1,38)	1,66 (-0,21 a 3,53)
f (irpm)	0,11 (-2,97 a 3,19)	0,40 (-2,65 a 3,46)	0,29 (-2,78 a 3,37)	0,22 (-2,25 a 2,68)	0,82 (-1,66 a 3,30)	0,60 (-1,84 a 3,05)
Ti/Ttot (%)	-0,20 (-3,47 a 3,06)	0,94 (-2,32 a 4,21)	1,15 (-2,15 a 4,44)	-0,30 (-3,19 a 2,58)	1,25 (-1,63 a 4,13)	1,56 (-1,28 a 4,40)
VC_{pt}/Ti (L/s)	-0,13 * (-0,21 a -0,05)	-0,13 * (-0,21 a -0,05)	-0,001 (-0,08 a 0,08)	-0,05 (-0,09 a -0,01)	-0,07 (-0,10 a -0,03)	-0,02 (-0,06 a 0,02)

Dados apresentados como média da diferença (intervalo de confiança). Δ sent-incl: diferença entre inclinado e sentado; Δ sent-deit: diferença entre deitado e inclinado; Δ incl-deit: diferença entre deitado e inclinado; VC_{pt} : volume corrente da parede torácica; $V_{ctp}\%$: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente; $V_{cta}\%$: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente e $V_{ab}\%$: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente; VE: ventilação minuto; $V_{ef_{pt}}$: volume expiratório final da parede torácica; $V_{if_{pt}}$: volume inspiratório final da parede torácica; f : frequência respiratória; Ti/Ttot: porcentagem de tempo inspiratório em relação ao tempo total; VC_{pt}/Ti : fluxo inspiratório médio; IC 95%: intervalo de confiança; em negrito: diferença significativa intra grupos; *: diferença significativa entre grupos.

A TAB. 4 apresenta os resultados relativos às análises de regressão múltipla que avaliaram a influência da idade, conjuntamente com o sexo e a posição, sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal. A idade influenciou significativamente o comportamento das variáveis $V_{ctp}\%$, $V_{cta}\%$, $V_{ab}\%$, $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$. Entre 21 e 85 anos, para cada um ano de aumento na idade foi observada uma redução média de 0,20% no $V_{ctp}\%$ e 0,08% no $V_{cta}\%$ associados a um aumento médio de 0,29% no $V_{ab}\%$. Em relação ao $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$, ocorre um aumento médio de 0,08% para cada ano de aumento na idade. Para todas essas variáveis, a influência da posição e do sexo, como mostrado anteriormente, foram superiores à influência da idade, sendo as variáveis $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ mais influenciadas pelo sexo e as demais pela posição.

Conforme demonstrado na TAB. 1, apesar dos grupos terem sido significativamente diferentes para a pontuação obtida no PAH, não houve correlação entre o nível de atividade física e a maioria das variáveis analisadas, exceto $V_{cta}\%$ na posição inclinada ($r=0,294;p=0,028$), $V_{ab}\%$ na posição deitada ($r=-0,281;p=0,032$), f na posição deitada ($r=-0,285;p=0,032$) e VE na posição sentada ($r=0,271;p=0,042$), onde foram observadas correlações significativas, no entanto, fracas.

TABELA 4 – Modelos obtidos via análise de regressão para a influência da idade sobre as variáveis do padrão respiratório e movimento toracoabdominal.

Variáveis dependentes	Variáveis independentes	Coefficientes	IC 95%	R² parcial	R² modelo	p-valor
V_{ctp}%	Constante	60,50	54,68 a 66,33		0,45	<0,0001
	Idade	-0,20	-0,26 a -0,14	0,14		<0,0001
	Sent_deit	-19,06	-22,34 a -15,78	0,35		<0,0001
	Sent_incl	-4,79	-8,07 a -1,51	0,03		0,004
	Sexo	-8,01	-10,87 a -5,15	0,11		<0,0001
V_{cta}%	Constante	23,93	22,39 a 25,46		0,45	<0,0001
	Idade	-0,08	-0,11 a -0,05	0,13		<0,0001
	Sent_deit	-8,76	-10,19 a -7,34	0,38		<0,0001
	Sent_incl	-6,89	-8,32 a -5,46	0,27		<0,0001
V_{ab}%	Constante	14,88	8,31 a 21,44		0,56	<0,0001
	Idade	0,29	0,22 a 0,36	0,21		<0,0001
	Sent_deit	28,34	24,65 a 32,03	0,49		<0,0001
	Sent_incl	11,31	7,61 a 15,01	0,13		<0,0001
	Sexo	8,16	4,95 a 11,38	0,09		<0,0001
V_{efpt}(L)	Constante	11,69	9,76 a 13,62		0,40	<0,0001
	Idade	0,08	0,06 a 0,10	0,20		<0,0001
	Sent_deit	-1,29	-2,38 a -0,21	0,02		0,02
	Sent_incl	-2,90	-3,99 a -1,82	0,10		<0,0001
	Sexo	4,78	3,84 a 5,73	0,29		<0,0001
V_{ifpt}(L)	Constante	12,07	10,12 a 14,03		0,41	<0,0001
	Idade	0,08	0,06 a 0,10	0,20		<0,0001
	Sent_deit	-1,46	-2,56 a -0,36	0,03		0,009
	Sent_incl	-3,06	-4,16 a -1,96	0,11		<0,0001
	Sexo	4,98	4,02 a 5,94	0,30		<0,0001

Dados apresentados como coeficientes e seus respectivos intervalos de confiança e coeficiente de determinação (R²). V_{ctp}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente; V_{cta}%: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente e V_{ab}%: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente; V_{efpt}: volume expiratório final da parede torácica; V_{ifpt}: volume inspiratório final da parede torácica; sent-deit: diferença entre deitado e inclinado sent-incl: diferença entre inclinado; IC 95%: intervalo de confiança; p:nível de significância

4 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que em indivíduos saudáveis, a mudança da posição sentada para inclinada promoveu redução das variáveis VC_{pt} , $V_{cta}\%$, VE , $V_{ef_{pt}}$, $V_{if_{pt}}$ e VC_{pt}/Ti , em ambos os sexos. A redução dessas variáveis foi significativamente maior em homens, exceto para a $V_{cta}\%$ na qual a redução foi semelhante em homens e mulheres. A mudança da posição sentada para inclinada também foi responsável pelo aumento da $V_{ab}\%$ em ambos os sexos e redução da $V_{ctp}\%$ apenas em homens.

A mudança da posição sentada para deitada foi responsável por reduzir as variáveis VC_{pt} , $V_{cta}\%$, $V_{ctp}\%$, VE e VC_{pt}/Ti , em ambos os sexos. Foram observadas reduções significativamente maiores dessas variáveis em homens, exceto para a $V_{cta}\%$ na qual a redução foi semelhante em homens e mulheres. As variáveis $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ apresentaram redução apenas em homens, ao mudar da posição sentada para deitada e a $V_{ab}\%$ aumentou significativamente em ambos os sexos.

A mudança da posição inclinada para deitada e os sexos masculino e feminino não afetaram o comportamento das variáveis VC_{pt} , $V_{cta}\%$, VE , $V_{ef_{pt}}$, $V_{if_{pt}}$ e VC_{pt}/Ti . Por outro lado, a $V_{ab}\%$ aumentou significativamente durante essa troca de posição e contrariamente, a $V_{ctp}\%$ reduziu. Essas mudanças foram observadas igualmente em homens e mulheres.

As variáveis f e Ti/T_{tot} não foram influenciadas pelo sexo ou pela mudança de posição e as variáveis $V_{ctp}\%$, $V_{cta}\%$, $V_{ab}\%$, $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ sofreram influência da idade.

Os resultados demonstram que mudanças na inclinação do tronco alteram significativamente o padrão respiratório e a movimentação toracoabdominal. Nossos resultados confirmam a hipótese de que os volumes e tempos respiratórios bem como o movimento toracoabdominal dependem da complacência dos compartimento²², sendo dessa forma, influenciados pelo posicionamento. Os resultados das comparações das variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal nas diferentes posições e entre os sexos foram apresentados na

forma de delta. Isso possibilita uma análise dos resultados com caráter dinâmico, diferentemente de quando comparamos os valores absolutos encontrados em cada posição de forma estática. Além disso, a análise em delta permite verificar o comportamento das variáveis nas mudanças de posições nos diferentes sexos.

Estudos prévios demonstram que a mudança da posição sentada para deitada reduz a complacência pulmonar^{29,64}, e aumenta a resistência e elastância pulmonar estática e dinâmica²⁹. Barnas *et al.*⁶⁵ demonstraram que a mudança de sentado para supino aumenta a elastância pulmonar em cerca de 24% e a resistência dos pulmões e resistência total do sistema respiratório (operacionalizada como resistência dos pulmões e dos componentes da parede torácica) em torno de 40-50%. Esses achados explicam a redução do VC_{pt} na mudança da posição sentada para inclinada e da sentada para deitada. Resultados semelhantes foram encontrados por Romei *et al.*³¹ com a redução da verticalização do tronco. Esses autores observaram ainda redução significativamente maior do VC_{pt} em homens com a horizontalização do tronco comparado às mulheres, em concordância com nossos resultados. Segundo alguns autores^{66,67,68,69}, a complacência pulmonar entre homens e mulheres é semelhante. No entanto, não foram encontrados na literatura estudos que avaliassem a influência da postura na complacência de homens e mulheres.

Levando-se em consideração a redução do VC_{pt} com a inclinação do tronco nas mudanças de sentado para inclinado e de sentado para deitado, uma resposta similar da VE era esperada já que a f não sofreu influência da postura e do sexo. Nossos resultados foram semelhantes aos encontrados por Romei *et al.*³¹ que além disso, também observaram maior redução da VE em homens, comparado às mulheres. Kilbride *et al.*⁷⁰ mostraram que em repouso, o VE em mulheres é menor que o de homens devido inteiramente ao menor volume corrente em mulheres.

As variáveis $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ apresentaram redução significativa ao mudar da posição sentada para inclinada em ambos os sexos e de sentado para deitado, apenas no sexo masculino. A redução nas duas posições foi mais acentuada no sexo masculino. Dentro do nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a fornecer informações sobre o comportamento dessas variáveis quando influenciadas pela posição e sexo, o que dificulta a discussão dos nossos resultados. Além disso, tanto

o $V_{ef_{pt}}$ quanto o $V_{if_{pt}}$ de indivíduos saudáveis foram pouco estudados e a aplicabilidade clínica é pouco conhecida.

O VC_{pt}/Ti representa o *drive* respiratório^{28,71} que segundo Derrene *et al.*⁷¹ tem uma boa correlação com a pressão de oclusão da boca, medida considerada padrão-ouro para mensurar indiretamente o controle neural sobre o sistema respiratório. Diferente de outros estudos^{29,33} que não encontraram influência da mudança de posição no VC_{pt}/Ti , nossos resultados mostraram uma redução significativa da variável VC_{pt}/Ti ao mudar da posição sentada para inclinada e de sentado para deitado, em ambos os sexos, sendo a redução mais acentuada no sexo masculino. O VC_{pt}/Ti é medido de forma indireta pela POE e possivelmente a redução observada deveu-se à diminuição do VC_{pt} também registrada nessas mudanças de posições.

A f e a $Ti/Ttot$ não foram influenciadas pelo sexo ou pela mudança de posição. Nossos resultados estão em concordância com estudos prévios que também não observaram influência da postura^{31,33} ou do sexo^{15,31} sobre a f . Não foram encontrados na literatura consultada estudos que avaliassem a influência da postura sobre a variável $Ti/Ttot$. No entanto, os valores de $Ti/Ttot$ encontrados nesse estudo, são similares aos observados na posição supina por Tobin *et al.*²⁸ ($42,1 \pm 3,3\%$) e por Parreira *et al.*¹⁵ ($Ti/Ttot$ médio= $39,0\%$) nas diferentes faixas etárias avaliadas. Parreira *et al.*¹⁵ observaram diferença entre os sexos para a $Ti/Ttot$ entre homens e mulheres apenas na faixa de idade entre 20 e 39 anos.

Com relação ao movimento toracoabdominal, os nossos resultados também estão de acordo com estudos anteriores, que por meio de diferentes instrumentos, mostraram que na posição ereta ou sentada, a contribuição relativa da caixa torácica para o volume corrente é maior do que na posição supina. E, conseqüentemente a contribuição do abdômen para o volume corrente é menor na posição mais verticalizada do tronco^{23,24,25,26,27,28,30,31,33}. O aumento do $V_{ab}\%$ ao se passar das posições sentada para inclinada, sentada para deitada e inclinada para deitada, tanto em homens quanto em mulheres, explica-se pelas propriedades elásticas da caixa torácica e abdômen⁷². Durante a respiração tranquila, na postura de pé, o abdômen é tão complacente quanto a CT⁷³. Na posição sentada, o peso do conteúdo abdominal distende a parede abdominal e conseqüentemente a elastância

do diafragma e do abdômen ficam maiores, reduzindo assim a contribuição desse compartimento para o volume corrente⁶⁵. Na posição supina, apenas o abdômen varia sua característica estática pelo aumento na sua complacência⁷³. Além disso, é bem conhecido que a postura altera a geometria dos músculos respiratórios, particularmente do diafragma. Dessa forma, na posição supina, o peso do conteúdo abdominal alonga as fibras do diafragma e isso pode resultar em uma habilidade diferente para gerar uma pressão transdiafragmática para um mesmo impulso neural.³¹ Com relação ao efeito do sexo, nossos resultados concordam com os de outros autores^{24,31,35} que demonstraram que mulheres têm uma contribuição menor do AB para o volume corrente do que homens durante a respiração tranquila. Diferentes resultados foram observados por Sharp *et al.*²⁵ e Verschakelen e Demedts³⁰ que não encontraram nenhuma diferença relacionada ao sexo no movimento toracoabdominal. Apesar da análise de variância ter mostrado diferença entre os sexos para a variável $V_{ab}\%$, o comportamento dessa variável nas diferentes posições foi semelhante entre homens e mulheres.

As mulheres apresentaram padrão respiratório com maior predomínio torácico comparadas aos homens, similar aos resultados encontrados por Romei *et al.*³¹ Binazzi *et al.*³⁸ utilizando as pressões esofágica e gástrica, demonstraram que mulheres têm uma maior contribuição dos músculos da CT que homens. Por meio de radiografias do tórax, esses autores observaram que mulheres têm dimensão radial da CT em relação à altura menor que homens e maior inclinação das costelas. Esses autores sugeriram que isso poderia conferir às mulheres uma vantagem mecânica aos músculos da CT comparadas aos homens. A redução da $V_{ctp}\%$ com a horizontalização do tronco ocorreu entre todas as posições, exceto em mulheres durante a passagem da posição sentada para inclinada, conseqüentemente, é provável que devido a esse fator as mulheres apresentaram maior redução dessa variável na mudança da posição inclinada para deitada comparadas aos homens. Utilizando a POE, Priori *et al.*³³ também observaram redução da $V_{ctp}\%$ na passagem de sentado para supino.

Por fim, a $V_{cta}\%$ também foi reduzida com a horizontalização do tronco, exceto na mudança da postura inclinada para deitada. Priori *et al.*³³ também observaram redução significativa dessa variável em sujeitos saudáveis, na comparação da posição sentada com supina. Esse foi o único estudo encontrado na

literatura que avaliou a resposta desse compartimento à mudança de posição. No entanto, a avaliação só foi feita entre essas duas posições. Isso impede a comparação dos resultados encontrados nas outras comparações avaliadas no presente estudo. Romei *et al.*³¹ optaram por analisar a resposta da CT como um todo ($V_{ctp}\% + V_{cta}\%$) às mudanças de posições e observaram redução da contribuição da CT para o volume corrente com a horizontalização do tronco.

A ação do diafragma na CT tem dois componentes. O primeiro é relacionado à zona em que o diafragma é diretamente apostado à CT. Durante a inspiração o aumento da pressão intra-abdominal é transmitido através do diafragma apostado para expandir a parte inferior da CT. Sua magnitude depende do tamanho da zona de aposição e de quanto cresce a pressão intra-abdominal. O segundo componente está relacionado à inserção do músculo nas costelas inferiores. Quando o diafragma contrai, ele exerce sobre as costelas inferiores uma força orientada cranialmente que tem como consequência o efeito de levantá-las e girá-las para fora. Entretanto, para que esse mecanismo opere as fibras musculares do diafragma devem estar orientadas cranialmente e o conteúdo abdominal deve se opor à descida da cúpula do diafragma. Se a resistência é pequena, a cúpula do diafragma desce com facilidade durante a inspiração, ao mesmo tempo a zona de aposição diminui em tamanho e a pressão abdominal cresce pouco, fazendo com que os dois componentes de ação do diafragma tenham uma ação pequena sobre a CT^{74,75}. Piori *et al.*³³ demonstraram por meio da ultrassonografia que o movimento da zona de aposição do diafragma de indivíduos saudáveis não difere entre as posições sentada e supina. No entanto, na posição supina a resistência oferecida pelo conteúdo abdominal à descida da cúpula diafragmática é menor que na posição sentada, dessa forma, o diafragma tem ação pequena sobre a CT, reduzindo assim a $V_{ctp}\%$ e a $V_{cta}\%$.

Atualmente, a literatura é consistente ao sugerir que o envelhecimento não provoca mudanças no padrão respiratório e movimento toracoabdominal de sujeitos saudáveis no repouso, apesar das alterações estruturais e fisiológicas que ocorrem no sistema respiratório com o envelhecimento^{15,28,30,36,37}. Essas alterações englobam modificações nos pulmões, na CT, na musculatura respiratória e no *drive* respiratório^{76,77,78,79}.

No pulmão senil, as mudanças estruturais no tecido conectivo em decorrência de alterações nas proporções do colágeno e da elastina, acarretam perda do recolhimento elástico pulmonar, levando a progressiva retenção de ar e conseqüentemente, ao aumento do volume residual e da complacência do parênquima pulmonar^{76,77,79}. Em indivíduos saudáveis, essas mudanças são mais evidentes a partir dos 80 anos, apesar de estarem presentes desde os 50⁸⁰. Essas alterações podem explicar o aumento médio de 0,08% do $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$ a cada ano de aumento de idade observado em nosso estudo. Dentro do nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a fornecer dados sobre a influência da idade no $V_{ef_{pt}}$ e $V_{if_{pt}}$. Outros autores^{15,28,30,36,37} investigaram o impacto da idade nas variáveis do padrão respiratório, no entanto, os estudos foram realizados por meio da pletismografia por indutância que não possibilita a análise desses volumes.

Contrário a todos os estudos disponíveis até o presente momento na literatura^{15,28,30,36,37}, os nossos resultados sugerem que o movimento toracoabdominal é influenciado pela idade. A principal alteração do envelhecimento relacionada à CT consiste na redução da sua complacência^{76,77,79,81}. Essa redução está possivelmente relacionada à calcificação da cartilagem costal e das articulações costovertebrais, bem como ao estreitamento dos espaços intervertebrais^{76,77,81}. Essas mudanças explicam a redução média de volume observada nos dois compartimentos da CT – 0,20% no $V_{ctp}\%$ e 0,08% no $V_{cta}\%$ - para cada um ano de aumento de idade. No entanto, essa redução é compensada pelo aumento em média de 0,29% no $V_{ab}\%$, que explica a ausência de influência da idade na variável VC_{pt} em concordância com outros estudos^{15,28,30,36,37}.

No presente estudo, a influência da idade sobre as variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal, foi avaliada por meio do modelo de regressão linear múltipla, diferentemente de estudos prévios^{15,28,30,36,37} que também investigaram a influência desse fator, porém por meio de comparação simples, entre diferentes faixas etárias. A investigação por comparação simples entre adultos e idosos^{28,36,37} ou a partir de décadas de vida^{15,30} pode estabelecer pontos de corte arbitrários para o surgimento dessas alterações, não explorando adequadamente o efeito da idade. Talvez o método estatístico empregado justifique os achados, no entanto, mais pesquisas são necessárias para esclarecer melhor esses achados e

investigar se os percentuais de redução e aumento são lineares ou se a partir de uma determinada idade esse efeito torna-se mais pronunciado.

Uma limitação do presente estudo consiste no fato de que os valores relativos aos volumes foram obtidos de forma indireta, sem associação com uma medida direta por meio de um pneumotacógrafo. Portanto, esses valores não podem ser utilizados como absolutos. Além disso, a amostra foi composta em sua maioria por mulheres e o desequilíbrio do número de sujeitos nas faixas etárias não permitiu um estudo mais minucioso do efeito da idade sobre as variáveis do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal.

5 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que a postura, o sexo e a idade influenciam o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de sujeitos saudáveis no repouso.

O VC_{pt} apresentou redução na mudança da posição sentada para inclinada e de sentado para deitado, portanto, a posição sentada pode beneficiar pacientes que apresentam redução do volume corrente por diferentes causas, como dor, alterações dos volumes pulmonares no pós operatório, colapso pulmonar ou qualquer outra restrição. Um cuidado maior deve ser tomado com homens que apresentem redução do volume corrente, ao sair da posição sentada para assumirem as posições inclinada e deitada.

Com relação à f , nenhuma postura estudada proporcionaria a redução ou aumento da taquipneia.

Os dados desse estudo mostraram também que a contribuição da CT para o volume corrente foi maior nas posturas mais verticais enquanto a contribuição do AB para o volume corrente aumentou ao assumir posturas mais horizontalizadas. A demonstração de que o grau de contribuição dos compartimentos é dependente da postura pode ser benéfico para orientação de posicionamento de pacientes com redução específica da expansibilidade em algum compartimento, como nos pós-operatórios de cirurgia cardíaca e bariátrica, em que há normalmente redução da contribuição da CT e do AB, respectivamente. A utilização de posturas mais horizontalizadas em mulheres que apresentem redução de deslocamento da CT deve ser recomendada com cuidado, bem como a utilização de posturas mais verticais em homens que apresentem menor deslocamento do AB.

Por fim, nossos resultados sugerem que o envelhecimento influencia algumas variáveis do padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de sujeitos saudáveis. A redução da contribuição da CT para o volume corrente com a idade, pode chamar a atenção para o desenvolvimento de estratégias que busquem minimizar a perda de volume desse compartimento. Estudos futuros com o intuito de investigar se intervenções com o objetivo de aumentar a expansibilidade da CT por meio de espirômetros de incentivo ou exercícios respiratórios minimizariam essa perda em decorrência do envelhecimento, podem ser relevantes.

REFERÊNCIAS

- 1 CHIYHARA, K.; KENYON, C. M.; MACKLEM, P. T. Human rib cage distortability. **J Appl Physiol** (1985), v. 81, n. 1, p. 437-47, Jul 1996. ISSN 8750-7587.
- 2 LOPES, R. B.; BRITTO, R. R.; PARREIRA, V. F. Padrão respiratório durante o exercício - revisão literária. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 2, p. 153-160, 2005.
- 3 TOBIN, M. J. Breathing pattern analysis. **Intensive Care Med**, v. 18, n. 4, p. 193-201, 1992. ISSN 0342-4642.
- 4 PARREIRA, V. F. *et al.* Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, n. 6, p. 439-53, 2012 Nov-Dec 2012.
- 5 DE GROOTE, A. *et al.* Chest wall motion during tidal breathing. **J Appl Physiol**, v. 83, n. 5, p. 1531-7, Nov 1997. ISSN 8750-7587.
- 6 QUETELET, L. A. A treatise on man and the development of his faculties. 1842. **Obes Res**, v. 2, n. 1, p. 72-85, Jan 1994. ISSN 1071-7323.
- 7 BENCHETRIT, G. Breathing pattern in humans: diversity and individuality. **Respir Physiol**, v. 122, n. 2-3, p. 123-9, Sep 2000. ISSN 0034-5687..
- 8 ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch Chest Dis**, v. 59, n. 1, p. 12-6, 2003 Jan-Mar 2003. ISSN 1122-0643.
- 9 ALIVERTI, A. Opto-electronic plethysmography: new findings in chronic obstructive pulmonary disease. **International Journal of Respiratory Care**, v. 4, n. 2, p. 45-50, 2008.
- 10 GILBERT, R. *et al.* Changes in tidal volume, frequency, and ventilation induced by their measurement. **J Appl Physiol**, v. 33, n. 2, p. 252-4, Aug 1972. ISSN 0021-8987.
- 11 KONNO, K.; MEAD, J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. **J Appl Physiol**, v. 22, n. 3, p. 407-22, Mar 1967. ISSN 0021-8987.

- ¹² LEVINE, S. *et al.* Use of a triaxial magnetometer for respiratory measurements. **J Appl Physiol**, v. 70, n. 5, p. 2311-21, May 1991. ISSN 8750-7587.
- ¹³ GEDDES, L. A. *et al.* The impedance pneumography. **Aerosp Med**, v. 33, p. 28-33, Jan 1962. ISSN 0001-9402.
- ¹⁴ MILLEDGE, J. S.; STOTT, F. D. Inductive plethysmography--a new respiratory transducer [proceedings]. **J Physiol**, v. 267, n. 1, p. 4P-5P, May 1977. ISSN 0022-3751.
- ¹⁵ PARREIRA, V. F. *et al.* Breathing pattern and thoracoabdominal motion in healthy individuals: influence of age and sex. **Rev Bras Fisioter**, v. 14, n. 5, p. 411-6, 2010 Sep-Oct 2010.
- ¹⁶ CHADHA, T. S. *et al.* Validation of respiratory inductive plethysmography using different calibration procedures. **Am Rev Respir Dis**, v. 125, n. 6, p. 644-9, Jun 1982. ISSN 0003-0805.
- ¹⁷ ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann Biomed Eng**, v. 29, n. 1, p. 60-70, Jan 2001. ISSN 0090-6964.
- ¹⁸ CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol**, v. 81, n. 6, p. 2680-9, Dec 1996. ISSN 8750-7587.
- ¹⁹ VIEIRA, D. S. *et al.* Optoelectronic plethysmography: intra-rater and inter-rater reliability in healthy subjects. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 189, n. 3, p. 473-6, Dec 2013. ISSN 1878-1519.
- ²⁰ BIANCHI, R. *et al.* Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. **Respir Med**, v. 101, n. 7, p. 1412-8, Jul 2007. ISSN 0954-6111.
- ²¹ BIANCHI, R. *et al.* Chest wall kinematics and breathlessness during pursed-lip breathing in patients with COPD. **Chest**, v. 125, n. 2, p. 459-65, Feb 2004. ISSN 0012-3692.

- 22 MATOS, C. M. *et al.* Changes in breathing pattern and thoracoabdominal motion after bariatric surgery: a longitudinal study. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 181, n. 2, p. 143-7, Apr 2012. ISSN 1878-1519.
- 23 WADE, O. L. Movements of the thoracic cage and diaphragm in respiration. **J Physiol**, v. 124, n. 2, p. 193-212, May 1954. ISSN 0022-3751.
- 24 FUGL-MEYER, A. R. Relative respiratory contribution of the rib cage and the abdomen in males and females with special regard to posture. **Respiration**, v. 31, n. 3, p. 240-51, 1974. ISSN 0025-7931.
- 25 SHARP, J. T. *et al.* Relative contributions of rib cage and abdomen to breathing in normal subjects. **J Appl Physiol**, v. 39, n. 4, p. 608-18, Oct 1975. ISSN 0021-8987.
- 26 VELLODY, V. P. *et al.* Effects of body position change on thoracoabdominal motion. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol**, v. 45, n. 4, p. 581-9, Oct 1978. ISSN 0161-7567.
- 27 DRUZ, W. S.; SHARP, J. T. Activity of respiratory muscles in upright and recumbent humans. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol**, v. 51, n. 6, p. 1552-61, Dec 1981. ISSN 0161-7567.
- 28 TOBIN, M. J. *et al.* Breathing patterns. 1. Normal subjects. **Chest**, v. 84, n. 2, p. 202-5, Aug 1983. ISSN 0012-3692.
- 29 BAYDUR, A. *et al.* Effect of posture on ventilation and breathing pattern during room air breathing at rest. **Lung**, v. 165, n. 6, p. 341-51, 1987. ISSN 0341-2040.
- 30 VERSCHAKELEN, J. A.; DEMEDTS, M. G. Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 151, n. 2 Pt 1, p. 399-405, Feb 1995. ISSN 1073-449X.
- 31 ROMEI, M. *et al.* Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 172, n. 3, p. 184-91, Jul 2010. ISSN 1878-1519.

- 32 LEE, L. J. *et al.* Changes in sitting posture induce multiplanar changes in chest wall shape and motion with breathing. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 170, n. 3, p. 236-45, Mar 2010. ISSN 1878-1519.
- 33 PRIORI, R. *et al.* The effect of posture on asynchronous chest wall movement in COPD. **J Appl Physiol**, v. 114, n. 8, p. 1066-75, Apr 2013. ISSN 1522-1601.
- 34 NOZOE, M. *et al.* Measurements of chest wall volume variation during tidal breathing in the supine and lateral positions in healthy subjects. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 193, p. 38-42, Mar 2014. ISSN 1878-1519.
- 35 GILBERT, R.; AUCHINCLOSS, J. H.; PEPPI, D. Relationship of rib cage and abdomen motion to diaphragm function during quiet breathing. **Chest**, v. 80, n. 5, p. 607-12, Nov 1981. ISSN 0012-3692.
- 36 BRITTO, R. R. *et al.* Comparação do padrão respiratório entre adultos e idosos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 9, n. 3, p. 281-287, 2005.
- 37 BRITTO, R. R. *et al.* Effects of the aging process on respiratory function. **Gerontology**, v. 55, n. 5, p. 505-10, 2009. ISSN 1423-0003.
- 38 BINAZZI, B. *et al.* Breathing pattern and kinematics in normal subjects during speech, singing and loud whispering. **Acta Physiol (Oxf)**, v. 186, n. 3, p. 233-46, Mar 2006. ISSN 1748-1708.
- 39 ALVES, G. S. *et al.* Breathing pattern and thoracoabdominal motion during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 41, n. 11, p. 945-50, Nov 2008. ISSN 1414-431X.
- 40 TOMICH, G. M. *et al.* Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. **Braz J Med Biol Res**, v. 40, n. 10, p. 1409-17, Oct 2007. ISSN 1414-431X.
- 41 WHO ORGANIZATION. Global database on body mass index. 2014. Acesso em: 01/10/2014.

- 42 PEREIRA, C. A.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007 Jul-Aug 2007. ISSN 1806-3756.
- 43 BERTOLUCCI, P. H. *et al.* O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 1, 1994.
- 44 CARNEVALI, P. *et al.* A new method for 3D optical analysis of chest wall motion. **Technol Health Care**, v. 4, n. 1, p. 43-65, Apr 1996. ISSN 0928-7329.
- 45 FERRIGNO, G. *et al.* Three-dimensional optical analysis of chest wall motion. **J Appl Physiol (1985)**, v. 77, n. 3, p. 1224-31, Sep 1994. ISSN 8750-7587.
- 46 GORINI, M. *et al.* Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 160, n. 3, p. 808-16, Sep 1999. ISSN 1073-449X.
- 47 ALIVERTI, A. *et al.* Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 161, n. 5, p. 1546-52, May 2000. ISSN 1073-449X.
- 48 ALIVERTI, A. *et al.* Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 59, n. 3, p. 210-6, Mar 2004. ISSN 0040-6376.
- 49 DELLACA', R. L. *et al.* Measurement of total and compartmental lung volume changes in newborns by optoelectronic plethysmography. **Pediatr Res**, v. 67, n. 1, p. 11-6, Jan 2010. ISSN 1530-0447.
- 50 BORGHESE, N. A.; FERRIGNO, G. An algorithm for 3-D automatic movement detection by means of standard TV cameras. **IEEE Trans Biomed Eng**, v. 37, n. 12, p. 1221-5, Dec 1990. ISSN 0018-9294.
- 51 SILVA, L. C. **Método robusto para a calibração de câmeras em estereofotogrametria**. 2011. 117 (Doutorado). Ciências em Engenharia Elétrica - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- 52 VIEIRA, D. S. R. **Estratégias de aumento da tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**. 2011. 169 (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 53 FERRIGNO, G.; BORGHESE, N. A.; PEDOTTI, A. Pattern recognition in 3D automatic human motion analysis. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 45, p. 227-246, 1990.
- 54 WARD, M. E.; WARD, J. W.; MACKLEM, P. T. Analysis of human chest wall motion using a two-compartment rib cage model. **J Appl Physiol (1985)**, v. 72, n. 4, p. 1338-47, Apr 1992. ISSN 8750-7587.
- 55 KENYON, C. M. *et al.* Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. **J Appl Physiol (1985)**, v. 83, n. 4, p. 1242-55, Oct 1997. ISSN 8750-7587.
- 56 VOGIATZIS, I. *et al.* Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. **Eur J Appl Physiol**, v. 93, n. 5-6, p. 581-7, Mar 2005. ISSN 1439-6319.
- 57 LAYTON, A. M. *et al.* Optoelectronic plethysmography compared to spirometry during maximal exercise. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 185, n. 2, p. 362-8, Jan 2013. ISSN 1878-1519.
- 58 VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, n. 9, p. 723-9, Sep 2005. ISSN 0040-6376.
- 59 ALIVERTI, A. *et al.* Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, v. 33, n. 1, p. 49-60, Jan 2009. ISSN 1399-3003.
- 60 GEORGIADOU, O. *et al.* Effects of rehabilitation on chest wall volume regulation during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, v. 29, n. 2, p. 284-91, Feb 2007. ISSN 0903-1936.
- 61 SOUZA, A. C.; MAGALHÃES, L. E. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. [Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile]. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p. 2623-36, Dec 2006. ISSN 0102-311X.

- 62 DAUGHTON, D. M. *et al.* Maximum oxygen consumption and the ADAPT quality-of-life scale. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 63, n. 12, p. 620-2, Dec 1982. ISSN 0003-9993.
- 63 PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. **Foundations of clinical research applications to practice**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 912
- 64 BEHRAKIS, P. K. *et al.* Lung mechanics in sitting and horizontal body positions. **Chest**, v. 83, n. 4, p. 643-6, Apr 1983. ISSN 0012-3692.
- 65 BARNAS, G. M. *et al.* Effect of posture on lung and regional chest wall mechanics. **Anesthesiology**, v. 78, n. 2, p. 251-9, Feb 1993. ISSN 0003-3022.
- 66 GILLISSEN, A. *et al.* Static compliance in subjects with intact lungs. **Respiration**, v. 55, n. 3, p. 176-80, 1989. ISSN 0025-7931.
- 67 COLEBATCH, H. J.; GREAVES, I. A.; NG, C. K. Exponential analysis of elastic recoil and aging in healthy males and females. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol**, v. 47, n. 4, p. 683-91, Oct 1979. ISSN 0161-7567.
- 68 YERNAULT, J. C.; BARAN, D.; ENGLERT, M. Effect of growth and aging on the static mechanical lung properties. **Bull Eur Physiopathol Respir**, v. 13, n. 6, p. 777-88, 1977 Nov-Dec 1977. ISSN 0395-3890.
- 69 BODE, F. R. *et al.* Age and sex differences in lung elasticity, and in closing capacity in nonsmokers. **J Appl Physiol**, v. 41, n. 2, p. 129-35, Aug 1976. ISSN 0021-8987.
- 70 KILBRIDE, E. *et al.* Do gender differences exist in the ventilatory response to progressive exercise in males and females of average fitness? **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 6, p. 595-602, Aug 2003. ISSN 1439-6319.
- 71 DERENNE, J. P. *et al.* Occlusion pressures in men rebreathing CO₂ under methoxyflurane anesthesia. **J Appl Physiol**, v. 40, n. 5, p. 805-14, May 1976. ISSN 0021-8987.
- 72 KONNO, K.; MEAD, J. Static volume-pressure characteristics of the rib cage and abdomen. **J Appl Physiol**, v. 24, n. 4, p. 544-8, Apr 1968. ISSN 0021-8987.

- 73 AGOSTONI, E.; RAHN, H. Abdominal and thoracic pressures at different lung volumes. **J Appl Physiol**, v. 15, p. 1087-92, Nov 1960. ISSN 0021-8987.
- 74 D'ANGELO, E.; SANT'AMBROGIO, G. Direct action of contracting diaphragm on the rib cage in rabbits and dogs. **J Appl Physiol**, v. 36, n. 6, p. 715-9, Jun 1974. ISSN 0021-8987.
- 75 DE TROYER, A.; ESTENNE, M. Functional anatomy of the respiratory muscles. **Clin Chest Med**, v. 9, n. 2, p. 175-93, Jun 1988. ISSN 0272-5231.
- 76 CHAN, E. D.; WELSH, C. H. Geriatric respiratory medicine. **Chest**, v. 114, n. 6, p. 1704-33, Dec 1998. ISSN 0012-3692.
- 77 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, Jan 1999. ISSN 0903-1936.
- 78 BRANDSTETTER, R. D.; KAZEMI, H. Aging and the respiratory system. **Med Clin North Am**, v. 67, n. 2, p. 419-31, Mar 1983. ISSN 0025-7125.
- 79 ZAUGG, M.; LUCCHINETTI, E. Respiratory function in the elderly. **Anesthesiol Clin North America**, v. 18, n. 1, p. 47-58, vi, Mar 2000. ISSN 0889-8537.
- 80 WRIGHT, R. R. Elastic tissue of normal and emphysematous lungs. A tridimensional histologic study. **Am J Pathol**, v. 39, p. 355-67, Sep 1961. ISSN 0002-9440.
- 81 BOURGEOIS, M. C.; ZADAI, C. C. Impaired ventilation and respiration in the older adult. In: GUCCIONE, A. A. (Ed.). **Geriatric Physical Therapy**. St Louis: Mosby, 2002. cap. 14, p.226-244.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Obrigada pelo seu interesse e disponibilidade em participar do estudo **“AVALIAÇÃO DO PADRÃO RESPIRATÓRIO E DO MOVIMENTO TORACOABDOMINAL NO REPOUSO E DURANTE A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS”**.

Justificativa e objetivo:

Esta é uma pesquisa importante para a prática dos fisioterapeutas, pois tem como objetivo auxiliar na compreensão do comportamento dos volumes pulmonares e movimento do tórax e abdômen durante a realização de alguns exercícios respiratórios frequentemente utilizados na prática clínica. Apesar de já serem utilizados, pouco se sabe sobre a resposta do organismo durante a realização desses exercícios. Sua contribuição será importante para embasar a aplicação dessas técnicas em condições que acometem diferentes regiões dos pulmões.

Responsáveis:

- 1) Prof^a. Dr^a. Verônica Franco Parreira do Departamento de Fisioterapia/UFMG.
- 2) Danielle Soares Rocha Vieira, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nível doutorado.
- 3) Liliane Patrícia de Souza Mendes, aluna da Graduação em Fisioterapia da UFMG.
- 4) Nathália Siqueira Elmiro, aluna da Graduação em Fisioterapia da UFMG.

Antes de autorizar sua participação neste Projeto de Pesquisa é necessário compreender as explicações sobre os procedimentos, benefícios, riscos e informações adicionais sobre a pesquisa.

Caso aceite participar desta pesquisa, você irá submeter-se aos seguintes:

PROCEDIMENTOS:

O(A) Sr(a). deverá comparecer ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG por duas vezes. Na primeira, o(a) Sr(a). receberá informações sobre a pesquisa e sua altura e peso serão medidos utilizando uma balança. Em seguida o(a) Sr(a). irá responder a um questionário que avalia sua condição geral de saúde. A partir de então o(a) Sr(a). será submetido(a) a uma avaliação para medir a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões (análise de volumes e capacidades dos pulmões). Após esse teste será aplicado um questionário que avaliará seu nível de atividade física e, logo em seguida, o (a) Sr(a). aprenderá a realizar quatro exercícios respiratórios com a ajuda de um aparelho que permite visualizar os movimentos do tórax e do abdômen.

No segundo dia, o avaliador fixará inicialmente 89 marcadores nas regiões anterior e posterior de seu tronco com fita adesiva antialérgica e depois as câmeras ao seu redor serão ajustadas. Após a calibração do aparelho, sua pele na região do pescoço será limpa com álcool e algodão para fixação de um eletrodo que irá avaliar a atividade de um dos músculos de seu pescoço. O (A) Sr(a). irá respirar tranquilamente na posição sentada durante 5 minutos. Em seguida serão retirados os marcadores da região posterior do tórax, sendo mantidos 52 marcadores

na região anterior. Neste momento, o (a) Sr(a). respirará tranquilamente durante 5 minutos na posição deitada em uma maca sem elevação da cabeceira e em seguida respirará tranquilamente durante 5 minutos na posição deitada com elevação da cabeceira em 45°. Finalmente, o (a) Sr(a). realizará nesta última posição os quatro exercícios respiratórios que foram aprendidos no primeiro dia. Durante todos os procedimentos haverá monitoração da respiração e dos batimentos cardíacos.

Riscos e desconforto:

O estudo não oferece riscos significativos, já que não há nenhum procedimento invasivo ou muito desgastante para os participantes. Durante a realização dos exercícios respiratórios podem ocorrer alterações na respiração e mínimo cansaço. Se o(a) Sr(a). sentir qualquer sintoma diferente do habitual ou qualquer desconforto, o procedimento será interrompido.

Benefícios esperados:

Os resultados encontrados com o estudo poderão ser utilizados para orientação de outros profissionais na prática, beneficiando, dessa forma, a população geral que necessite de cuidados para a respiração.

Forma de acompanhamento e assistência:

Os procedimentos do estudo serão realizados pelas alunas Danielle Soares Rocha Vieira, Liliane Patrícia de Souza Mendes e Nathália Siqueira Elmiro no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. A supervisão dos testes será realizada pela pesquisadora responsável, a Profa. Dra. Verônica Franco Parreira.

Garantia de esclarecimento:

O(A) Sr(a). tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos procedimentos que serão realizados em qualquer momento do estudo.

Garantia de sigilo:

Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão usados para outros fins.

Direito de recusa:

O(A) Sr (a)., como voluntário, pode recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer penalização ou prejuízo.

Ressarcimento e indenização:

O(A) Sr(a). não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação na pesquisa.

CONSENTIMENTO: Declaro que li e entendi as informações acima e que todas as dúvidas referentes à minha participação neste estudo foram esclarecidas.

Desta forma, eu _____
_____ concordo em participar desse estudo.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

Belo Horizonte, ___/___/_____.

Telefones e endereços para contato:

- Professora Verônica Franco Parreira

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3409- 4783 / 3221- 0523

- Danielle Soares Rocha Vieira

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3412- 7255 / 9709- 2506

- Liliane Patrícia de Souza Mendes

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3582- 4142 / 9267- 8036

- Nathália Siqueira Elmiro

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3441- 2817 / 8806- 5630

- Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar. Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte.

Telefone: 3409-4592



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 0194.0.203.000-11

**Interessado(a): Profa. Verônica Franco Parreira
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 15 de junho de 2011, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação do padrão respiratório e do movimento toracoabdominal no repouso e durante a realização de exercícios respiratórios em indivíduos saudáveis**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. T. Marques Amaral', is written over a faint circular stamp.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

Instruções: Agora vou lhe fazer algumas perguntas que exigem atenção e um pouco de sua memória. Por favor, tente se concentrar para respondê-las.
(ANALFABETOS 18/19 e ESCOLARIDADE PRÉVIA 24/25)

ORIENTAÇÃO NO TEMPO	Certo	Errado
1. Que dia do mês é hoje?		
2. Em que mês estamos?		
3. Em que ano estamos?		
4. Em que dia da semana estamos?		
5. Que horas são agora aproximadamente? (correto =variação de + ou - uma hora)		

ORIENTAÇÃO NO ESPAÇO

6. Em que local nós estamos? (dormitório, sala, apontando para o chão, andar)		
7. Que local é este aqui? (num sentido mais amplo para a casa, prédio)		
8. Em que bairro nós estamos? (parte da cidade ou rua próxima)		
9. Em que cidade nós estamos?		
10. Em que estado nós estamos?		

REGISTRO: Agora, preste atenção. Eu vou dizer três palavras e o (a) Sr(a) vai repetí-las quando eu terminar. Memorize-as, pois eu vou perguntar por elas, novamente, dentro de alguns minutos. Certo? As palavras são: **CARRO** [pausa], **VASO** [pausa], **TIJOLO** [pausa]. Agora repita as palavras pra mim [permita 5 tentativas, mas pontue apenas a primeira]

11. CARRO		
12. VASO		
13. TIJOLO		

ATENÇÃO E CÁLCULO: Agora eu gostaria que o(a) Sr(a) me dissesse quanto é:

14. 100 – 7	{93}	
15. 93 – 7	{86}	
16. 86 – 7	{79}	
17. 79 – 7	{72}	
18. 72 – 7	{65}	

MEMÓRIA DE EVOCAÇÃO: O (a) senhora (a) consegue se lembrar das 3 palavras que lhe pedi que repetisse agora há pouco? (Correto = única tentativa sem dicas; repetição das 3 palavras em qualquer ordem).

19. CARRO		
20. VASO		
21. TIJOLO		

LINGUAGEM: [Aponte o caneta e o relógio e pergunte: o que é isto?]

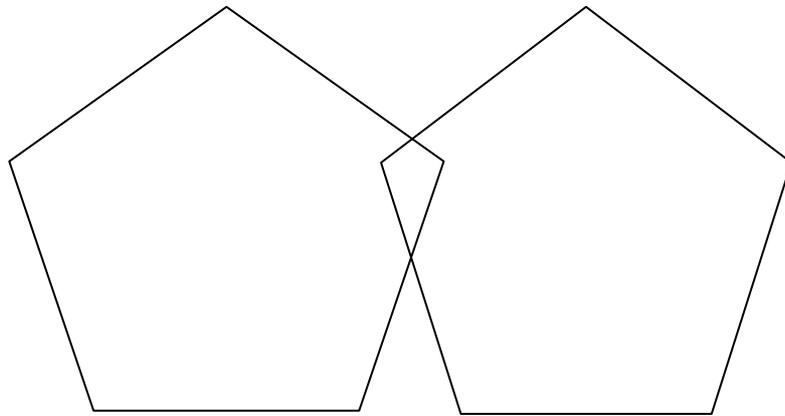
22. CANETA		
23. RELÓGIO		
24. Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que repita depois de mim: NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ. (Correto = repetição perfeita, sem dicas.)		
Agora pegue este papel com a mão direita. Dobre-o ao meio e coloque-o no chão.		
25. PEGAR COM A MÃO DIREITA		
26. DOBRAR AO MEIO		
27. JOGAR NO CHÃO		
28. Vou lhe mostrar uma folha onde está escrita uma frase. Gostaria que fizesse o que está escrito. (FECHE OS OLHOS).		
29. Gostaria que o (a) senhor (a) escrevesse uma frase de sua escolha, qualquer uma, não precisa ser grande. (Se o idoso não compreender, ajude-o dizendo alguma frase que tenha começo, meio e fim, alguma coisa que aconteceu hoje ou alguma coisa que queira dizer). Não são considerados para pontuação, erros gramaticais ou ortográficos.		

30. Vou lhe mostrar um desenho e gostaria que o senhor (a) copiasse, da melhor forma possível. (Considere como acerto apenas se houver 2 pentágonos interseccionados com 10 ângulos formando uma figura de 4 lados ou com 4 ângulos)		
--	--	--

TOTAL		
--------------	--	--

FRASE:

DESENHO:



PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA

Este folheto contém itens que descrevem atividades comuns que as pessoas realizam em suas vidas diárias. Para cada questão, peça que o paciente responda **“ainda faço a atividade”** se ainda conseguir realizar tal atividade sozinho quando precisa ou quando tem oportunidade. Solicite que ele indique **“parei de fazer”** a atividade se ele conseguia realizá-la no passado, mas, provavelmente, não consegue realizá-la hoje, mesmo se tivesse oportunidade. E, finalmente, que responda **“nunca fiz”** se ele, por qualquer motivo, nunca realizou tal atividade.

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			

19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por \pm 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus sem parar			
38. Subir 12 degraus sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar 2 quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			

46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, "voley", "baseball"			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros (± 40 minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar (± 40 minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			

73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora), sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar			
88. Correr 800 metros, sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos			

- EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O_2 que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.
- EEA (Escore Ajustado de Atividade): $EMA - n^\circ$ de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

Classificação	EAA
Debilitado (inativo)	< 53
Moderadamente ativo	53 – 74
Ativo	> 74