

Cristiana Mendonça Magalhães

**ANÁLISE DA CINEMÁTICA DOS COMPARTIMENTOS DA PAREDE TORÁCICA  
NAS POSIÇÕES SUPINO E SENTADA DE PACIENTES COM ESCLEROSE  
LATERAL AMIOTRÓFICA**

Belo Horizonte  
Universidade Federal de Minas Gerais  
2011

Cristiana Mendonça Magalhães

**ANÁLISE DA CINEMÁTICA DOS COMPARTIMENTOS DA PAREDE TORÁCICA  
NAS POSIÇÕES SUPINO E SENTADA DE PACIENTES COM ESCLEROSE  
LATERAL AMIOTRÓFICA**

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

**Área de concentração:** Desempenho Funcional Humano.

**Orientadora:** Profa. Dra. Verônica Franco Parreira

M188a Magalhães, Cristiana Mendonça  
2011

Análise da cinemática dos compartimentos da parede torácica nas posições supino e sentada de pacientes com esclerose lateral amiotrófica. [manuscrito] / Cristiana Mendonça Magalhães. – 2011.

84 f., enc.:il.

Orientadora: Verônica Franco Parreira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 37-42

1. Esclerose Amiotrófica Lateral - Teses. 2. Respiração Artificial – Teses. 3. Parede Torácica – Teses. I. Parreira, Verônica Franco. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.825



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mesreab@eeffto.ufmg.br) SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)  
Fone/fax: 31- 3409.4781

ATA DE NÚMERO 161 (CENTO E SESSENTA E HUM ) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA **CRISTIANA MENDONÇA MAGALHÃES** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.-----

Aos 16 (dezesesseis) dia do mês de dezembro do ano de dois mil e onze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “**ANÁLISE DA CINEMÁTICA DOS COMPARTIMENTAOS DA PAREDE TORÁCICA NAS POSIÇÕES SUPINO E SENTADA DE PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA**”. A banca examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: Verônica Franco parreira, Guilherme Augusto Freitas Gregonezi e Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 9 horas com apresentação oral da candidata, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato *aprovado e apto a receber o título de Mestre após a entrega da versão definitiva da dissertação*. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 16 de dezembro de 2011.-----

Professora Dra Verônica Franco Parreira

Professor Dr Guilherme Augusto Freitas Fregonezi

Professora Dra Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela

Marilane Soares

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mesreab@eeffto.ufmg.br) SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)  
Fone: 31- 3409.4781

### PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de **CRISTIANA MENDONÇA MAGALHÃES** intitulada “ANÁLISE DA CINEMÁTICA DOS COMPARTIMENTOS DA PAREDE TORÁCICA NAS POSIÇÕES SUPINO E SENTADA DE PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA” defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Nome do Professor/Banca	Aprovação	Assinatura
Profa. Dra. Verônica Franco Parreira	Aprovada	
Profa. Dra. Guilherme Augusto Freitas Fregonezi	Aprovado	
Profª Dra. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela	Aprovada	

Belo Horizonte, 16 dezembro de 2011.

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

*Dedico este trabalho...*

*Aos meus pais, Aurélio e Célia,  
meus primeiros mestres.*

*A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem...*

*(Guimarães Rosa)*

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Verônica Franco Parreira por acreditar neste trabalho e tornar real o que antes era apenas um sonho. Agradeço pelo exemplo de profissional, pela ética, pela sabedoria, pelas conversas e pelos conselhos.

Ao Dr. Mauro Vidigal pela confiança desde que nos conhecemos e ensinamentos que levarei sempre comigo. Sem a sua colaboração nada disso seria possível.

Aos voluntários que participaram deste estudo, pela disponibilidade e paciência.

Meu muito obrigada à empresa Lumiar, por ter cedido o *Trilogy 100* para a coleta de dados e ao Prof. Dr. Miguel Gonçalves pelas valiosas contribuições.

À equipe do Laboratório de Fisioterapia Pneumocardiocirculatória e Músculos Respiratórios, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela receptividade, e em especial ao Prof. Dr. Guilherme Fregonezi e à mestranda Íllia Lima pela atenção especial.

Aos bolsistas e aos voluntários do Labcare que participaram das coletas de dados, em especial Bruna Pinheiro agradeço a disponibilidade, o interesse e a amizade.

À toda equipe Labcare pelo incentivo e aprendizado diário, em especial Otávia Vieira pela amizade, Mariana Coutinho e Danielle França pela prestatividade, Isabela Pessoa pela atenção e Danielle Soares pelos ensinamentos.

Ao meu tio Fernando, sempre me estimulando a lutar e a seguir em frente. Espero ter contribuído para aumentar o conhecimento na nossa luta diária para vencer a doença.

Aos meus pais pelo exemplo de valores e princípios e por serem os alicerces que me sustentaram durante toda a vida, ao Thiago pelo amor, companheirismo e paciência, à Aline e ao Vinícius pela amizade e à família e amigos pelo incentivo.

À Deus por sempre guiar o meu caminho, me dando sabedoria para transformar meus sonhos em realidade.



## RESUMO

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) caracteriza-se pela deterioração de neurônios motores superiores e inferiores. Os principais componentes musculares que irão alterar o sistema respiratório são os músculos inspiratórios, expiratórios e bulbares, que levam à insuficiência ventilatória crônica. Uma maneira de melhorar a troca gasosa desses indivíduos é por meio da ventilação não invasiva (VNI). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar o movimento e os volumes operacionais da parede torácica nas posições supino e sentada em pacientes com ELA, assim como com e sem o uso da VNI na posição supino e compará-los a um grupo controle de indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade. Participaram deste estudo 10 pacientes com ELA (5 homens e 5 mulheres com média de idade de  $54 \pm 13$  anos e índice de massa corporal (IMC) de  $21 \pm 4$  Kg/m<sup>2</sup>). Os 10 indivíduos saudáveis apresentaram média de idade de  $53 \pm 14$  e IMC de  $24 \pm 2$  Kg/m<sup>2</sup>. As variáveis referentes à cinemática da parede torácica e dos seus compartimentos foram avaliadas por meio da pletismografia optoeletrônica (BTS, Milão, Itália). Todos os participantes foram avaliados na posição sentada e supino durante cinco minutos cada. Adicionalmente, os pacientes com ELA foram avaliados na posição supino utilizando VNI durante cinco minutos (*Trilogy 100, Respironics, USA*), usado no modo *spontaneous/timed*, com pressão inspiratória de 14 cmH<sub>2</sub>O e pressão expiratória de 4 cmH<sub>2</sub>O. Para a análise das variáveis primárias intragrupo (sentado e supino) e no grupo com ELA (supino com e sem VNI) foi utilizado teste t de *Student* pareado. Para análise dos dados do grupo com ELA e do grupo controle (dados antropométricos e dados da cinemática na posição supina sem VNI e sentado) foi utilizado teste t de *Student* para amostras independentes. Foi considerado significativo  $p < 0,05$  para todas as comparações realizadas. Os principais resultados observados foram: 1) diminuição significativa da contribuição dos compartimentos da caixa torácica e aumento significativo da contribuição do compartimento abdominal na posição supino em comparação com a posição sentada tanto no grupo com ELA quanto no grupo controle; 2) menor porcentagem de contribuição do compartimento abdominal na posição supino no grupo com ELA, quando comparado ao grupo controle ( $p=0,049$ ); 3) a VNI promoveu aumento significativo no volume corrente da parede torácica ( $p=0,025$ ), aumento significativo do volume inspiratório final da parede torácica ( $p=0,008$ ) e do volume expiratório final da parede torácica ( $p=0,019$ );

4) ausência de diferença significativa no percentual de contribuição de cada compartimento entre a posição supino com e sem VNI do grupo com ELA. Concluindo, esses resultados sugerem que a pletismografia optoeletrônica mostrou-se um instrumento capaz de identificar uma diminuição importante do movimento do diafragma nos indivíduos com ELA e a VNI possibilitou um aumento significativo dos volumes corrente, inspiratório final e expiratório final, sem mudança na contribuição dos três compartimentos da parede torácica.

**Palavras-chave:** Esclerose Lateral Amiotrófica, doença neuromuscular, parede torácica, ventilação não invasiva, pletismografia optoeletrônica.

## ABSTRACT

Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) is characterized by deterioration of upper and lower motor neurons. The main components, which alter the respiratory muscles are the inspiratory, expiratory, and bulbar, leading to chronic respiratory failure. One way to improve gas exchange of these individuals is by employing non-invasive ventilation (NIV). Therefore, the aims of the present study were to analyze the movements and the operational chest wall volumes in supine and sitting positions in patients with ALS, as well as with and without the use of NIV in the supine position, and compare these measures to a sex and age-matched healthy control group. Ten patients with ALS, five men and five women, with a mean age of  $54 \pm 13$  years and body mass index (BMI) of  $21 \pm 4$  kg/m<sup>2</sup> and 10 healthy ones with a mean age of  $53 \pm 14$  years and a BMI of  $24 \pm 2$  kg/m<sup>2</sup>, were included. The kinematic variables related to the chest wall and its compartments were assessed with the optoelectronic plethysmography (BTS, Milan, Italy). All participants were evaluated in the sitting and supine positions for five minutes each. In addition, patients with ALS were evaluated in the supine position using NIV for five minutes (Trilogy 100, Respironics, USA, used in the spontaneous/timed mode, with inspiratory and expiratory pressures of 14 cmH<sub>2</sub>O and 4cmH<sub>2</sub>O, respectively). For the intra-group analyses, paired *t*-tests were employed to investigate differences between the primary variables obtained in the sitting and supine positions, as well as for ALS group (with and without NIV). Independent Student *t*-tests were used to investigate differences between the groups regarding the anthropometric and kinematic data in the supine and sitting positions without NIV). The significance level was set at  $\alpha < 0.05$  for all comparisons. The results demonstrated that: 1) For both groups, the contribution of the chest wall compartment was significantly lower than that of the abdominal compartment in the supine, compared with the sitting positions; 2) lower percentages of contribution of the abdominal compartment were observed in the supine position for the ALS group, compared with the controls ( $p=0.049$ ); 3) the NIV led to significant changes in the chest wall volumes, with increases in the tidal ( $p=0.025$ ), end-inspiratory ( $p=0.008$ ), and end-expiratory volumes ( $p=0.019$ ); 4) no significant differences between the compartments were found regarding their percentage of contribution with and without NIV for the ALS patients. In conclusion, the findings suggested that optoelectronic plethysmography proved to be a useful tool to identify significant decreases of the

diaphragmatic movements in patients with ALS and the NIV led to significant increases in the tidal, end-inspiratory, and end-expiratory volumes, with no changes in the contributions of the three chest wall compartments.

Keywords: Amyotrophic Lateral Sclerosis, neuromuscular disease, chest wall, non-invasive ventilation, optoelectronic plethysmography.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Justificativa do estudo.....	20
1.2 Objetivo geral.....	20
<b>CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	21
2.1 Tipo do estudo.....	21
2.2 Local de realização.....	21
2.3 Amostra.....	21
2.4 Critérios de inclusão.....	22
2.4.1 Critérios de inclusão para o grupo com Esclerose Lateral Amiotrófica.....	22
2.4.2 Critérios de inclusão para o grupo controle.....	22
2.5 Critérios de exclusão.....	22
2.6 Aspectos éticos.....	22
2.7 Instrumento de medida principal.....	23
2.7.1 Pletismografia optoeletrônica.....	23
2.8 Instrumentos de medidas complementares.....	27
2.8.1 Ficha de identificação e avaliação.....	27
2.8.2 Instrumentos utilizados para aferição dos dados antropométricos.....	27
2.8.3 Esfigmomanômetro e estetoscópio.....	28
2.8.4 Oxímetro de pulso.....	28
2.8.5 Espirômetro.....	29
2.8.6 Reanimador manual (tipo AMBU).....	29
2.8.7 Manovacuômetro digital.....	30
2.8.8 Peak flow.....	31

2.8.9 Questionário <i>Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale - Revised</i> .....	32
2.8.10 Questionário <i>Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire</i> .....	32
2.9 Variáveis analisadas.....	32
2.10 Procedimentos.....	33
2.11 Redução dos dados.....	35
2.12 Análise estatística.....	35
<b>CAPÍTULO 3 - REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>CAPÍTULO 4 - ARTIGO:</b> Análise da Cinemática dos Compartimentos da Parede Torácica nas Posições Supino e Sentada de Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica.....	43
<b>CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
<b>APÊNDICES E ANEXOS</b> .....	66
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do grupo com ELA	
APÊNDICE B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do grupo controle	
APÊNDICE C: Ficha de identificação e avaliação do grupo com ELA	
APÊNDICE D: Ficha de identificação e avaliação do grupo controle	
ANEXO A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG	
ANEXO B: Questionário <i>Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale -Revised</i>	
ANEXO C: Questionário <i>Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire</i>	

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Doenças do neurônio motor fazem parte de um grupo de síndromes clínicas neurodegenerativas caracterizadas pela apoptose, isto é dano na estrutura funcional de neurônios do córtex motor, tronco cerebral e do corno anterior da medula<sup>1,2</sup>. Se o acometimento ocorrer na região dos neurônios motores superiores, a apresentação clínica será de fraqueza muscular, espasticidade e hiperreflexia. No entanto, se o acometimento for na região dos neurônios motores inferiores, ocorrerá fraqueza, ausência ou diminuição dos reflexos profundos e fasciculações. A evolução dessas doenças pode comprometer tanto a região superior quanto a inferior, além da área inervada por fibras do nervo bulbar<sup>1,3</sup>. A atrofia muscular progressiva representa o envolvimento puro dos neurônios motores inferiores; a esclerose lateral primária caracteriza-se pelo envolvimento progressivo do trato piramidal; a paralisia bulbar progressiva é definida pelo acometimento dos nervos cranianos que afetam a região bulbar<sup>1</sup>.

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) caracteriza-se pela deterioração de neurônios motores superiores e inferiores<sup>1</sup>. A ELA é uma doença neuromuscular (DNM) fatal e foi descrita por Charcot, em 1874. “Amiotrófica” refere-se à atrofia muscular, fraqueza e fasciculação referentes às doenças do neurônio motor inferior e “Esclerose Lateral” à rigidez observada ao palpar a região lateral da coluna espinal durante autópsias, devido à presença de glioses decorrentes da degeneração do trato corticoespinal. A etiologia da doença é desconhecida nos casos de origem esporádica ou idiopática. Somente nos casos de doença hereditária, classificados como familiar, sabe-se que são causados por uma mutação genética<sup>3</sup>.

A incidência da ELA no mundo varia de 0,3 a 3,9 casos a cada 100.000 habitantes<sup>4,5</sup>. A média de idade dos pacientes acometidos no Brasil é de 52 anos, menor do que nos países da Europa e América do norte. A doença afeta preferencialmente indivíduos do sexo masculino<sup>2</sup>. Cinco a 10% dos casos de ELA são familiares e os demais acredita-se que sejam esporádicos e idiopáticos<sup>3,6</sup>. A ELA apresenta curso progressivo com óbito em média de dois a cinco anos após o início dos sintomas<sup>2,3,7</sup>.

Inicialmente, os pacientes com ELA apresentam sintomas de fraqueza na região dos membros, superiores ou inferiores, ou manifestam dificuldade na fala e deglutição<sup>3</sup>. A fraqueza progride para todos os grupos musculares e, na maioria das vezes, a causa do óbito é insuficiência respiratória causada pela fraqueza muscular respiratória<sup>8</sup>.

Os principais componentes musculares que irão alterar o sistema respiratório são os músculos inspiratórios, responsáveis pela ventilação, os músculos expiratórios, importantes para uma tosse adequada e os músculos bulbares, cuja função é a proteção das vias aéreas<sup>9</sup>. A fraqueza muscular respiratória progressiva leva a perda da habilidade de gerar grandes volumes e a força e a efetividade da tosse são diminuídas, comprometendo o *clearance* mucociliar das vias aéreas<sup>10</sup>. Devido a essas anormalidades surgem microatelectasias nas bases pulmonares, ocorre diminuição da complacência pulmonar e aumento do *shunt* vascular pulmonar<sup>11</sup>. Com o surgimento da fraqueza muscular, principalmente diafragmática, pacientes com ELA desenvolvem anormalidades durante o sono como frequentes microdespertares, diminuição da fase de movimento rápido dos olhos, hipoventilação e hipoxemia<sup>12</sup>. Essas desordens do sono irão preceder a insuficiência ventilatória diurna crônica<sup>13,14</sup>. Normalmente nessa fase, os pacientes relatam sintomas de hipoventilação noturna como fadiga, dispnéia, cefaléia matinal, sonolência excessiva e dificuldade de concentração<sup>13</sup>.

Dessa maneira, a presença do distúrbio ventilatório restritivo levará à insuficiência ventilatória crônica e, na presença de eventos virais agudos associados às atelectasias e à inabilidade do paciente em eliminar secreções, ocorrerão infecções secundárias que poderão resultar em insuficiência respiratória aguda e levar a morte desses pacientes<sup>14</sup>.

Uma maneira de melhorar a hematose desses indivíduos é por meio da ventilação não invasiva (VNI). A VNI inclui todo suporte ventilatório fornecido ao paciente sem a presença de cânula na via aérea, ou seja, sem intubação traqueal ou traqueostomia. Os objetivos a curto prazo da VNI são aliviar os sintomas de hipoventilação, diminuir o trabalho respiratório, melhorar ou estabilizar a hematose, otimizar o conforto do paciente, minimizar riscos e evitar intubação. A longo prazo, os objetivos são



melhorar a duração e a qualidade do sono<sup>13</sup>, diminuir a taxa de declínio de fraqueza dos músculos respiratórios<sup>15</sup>, ganhar funcionalidade, melhorar qualidade de vida e prolongar sobrevivência<sup>13</sup>. Atualmente, é o tratamento mais comum para hipoventilação crônica na ELA<sup>14</sup>.

Pinto *et al.*<sup>16</sup> foram os primeiros a comparar a VNI com cuidados paliativos em pacientes com ELA. Eles investigaram o efeito da VNI na sobrevida de 18 pacientes. Já nos dados de base, o grupo que recebeu VNI como tratamento apresentava valores significativamente mais baixos para o percentual do predito da capacidade vital (CV) e para a pressão parcial de oxigênio, indicando que os indivíduos desse grupo estavam inicialmente com a doença mais avançada. Após três anos de estudo, o grupo que recebeu VNI apresentou um número maior de indivíduos com sobrevida do que o grupo que recebeu cuidados paliativos. Além disso, o grupo que recebeu VNI também obteve maior sobrevida após um ano do início das alterações diurnas na troca gasosa.

Dentro do nosso conhecimento, Bourke *et al.*<sup>17</sup> realizaram, em 2006, o único ensaio clínico aleatorizado de VNI em pacientes com ELA. Foram incluídos 41 pacientes com sintomas de hipercapnia diurna ou ortopnéia e pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) menor que 60% do valor predito. Ficaram no grupo com uso de VNI 21 pacientes e 19 no grupo com cuidados básicos e foram acompanhados por 12 meses. Os seguintes desfechos foram avaliados: função bulbar, sintomas relacionados ao sono, qualidade de vida e tempo de vida destes indivíduos. O grupo que utilizou VNI apresentou resultados estatisticamente mais significativos do que o grupo controle. Os autores também analisaram o tempo de sobrevida tanto nos pacientes com boa função bulbar quanto os pacientes com severa disfunção bulbar. O efeito da VNI na sobrevida foi significativo apenas para os pacientes com boa função bulbar. Embora o estudo não tenha encontrado benefícios da VNI na sobrevida de pacientes com severa disfunção bulbar, segundo os autores, o tratamento com VNI permanece indicado, pois esses pacientes apresentaram melhora dos sintomas relacionados ao sono.

Vários instrumentos podem ser utilizados para se detectar a deterioração da função pulmonar desses indivíduos e facilitar o momento de indicação da VNI<sup>18</sup>. A

espirometria é um desses instrumentos e é utilizada como teste de função pulmonar que mede volumes e fluxos aéreos. É usualmente realizada na posição sentada<sup>19</sup>, porém, nos indivíduos com ELA, pode ser realizada tanto na posição sentada como na supino devido à diferença encontrada na capacidade vital forçada (CVF) com a mudança de posição, tornando o teste mais sensível para detectar a fraqueza do diafragma<sup>20</sup>. Por se tratar de doença ventilatória restritiva, a ELA apresenta na espirometria, independente da posição na qual foi realizada, diminuição da CVF<sup>21</sup>. Varrato *et al.*<sup>22</sup> investigaram a utilidade da diferença entre a CVF sentada e supino na avaliação respiratória de pacientes com ELA. Participaram do estudo 38 pacientes com ELA e 15 controles. A diferença entre os grupos foi estatisticamente significativa, com maior percentual de diferença entre a CVF sentada e a CVF supino dos pacientes com ELA. O percentual de diferença foi ainda maior nos pacientes com CVF sentada menor que 50% do valor predito e sintomas de hipoventilação noturna. Os resultados sugerem que a espirometria, tanto na posição sentada quanto supino, deve ser realizada rotineiramente nesses pacientes e utilizada para caracterizar o momento ideal para iniciar a VNI.

Outro parâmetro de função pulmonar usualmente avaliado nestes pacientes é o pico de fluxo da tosse (PFT), que se correlaciona à habilidade de eliminar secreções do aparelho respiratório. O PFT deve permanecer maior que 160L/min para tornar possível a perviedade das vias aéreas<sup>14</sup>. Valores abaixo de 270L/min indicam necessidade de técnica de tosse assistida nos indivíduos com ELA<sup>23</sup>. Além disso, Suárez *et al.*<sup>24</sup> demonstraram que a diferença entre PFT e o pico de fluxo expiratório (PFE) pode ser utilizada para monitorar a fraqueza muscular expiratória, o envolvimento bulbar e avaliar essa evolução dos pacientes. Participaram desse estudo 27 pacientes com ELA, 52 com distrofia muscular de Duchenne e 38 indivíduos saudáveis que realizaram as medidas de PFT e PFE. Os indivíduos saudáveis, com distrofia muscular de Duchenne e ELA sem disfunção bulbar apresentaram valores mais altos de PFT do que de PFE. Nesse estudo, demonstrou-se que os pacientes com ELA que apresentam disfunção bulbar não foram capazes de atingir valores de PFT maiores do que de PFE devido à incapacidade de fechar a glote adequadamente<sup>24,25</sup>.

As medidas de pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e de pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) refletem a força dos músculos inspiratórios e expiratórios respectivamente e são consideradas indicadoras da necessidade de tosse assistida e suporte ventilatório desses pacientes<sup>26</sup>. O estudo de Jackson *et al.*<sup>27</sup> investigou quais medidas pulmonares se correlacionam melhor com os sintomas iniciais de hipoventilação noturna. Participaram do estudo 20 pacientes com ELA que realizaram medidas de CVF, PI<sub>máx</sub>, PE<sub>máx</sub>, oximetria noturna e questionários de qualidade de vida. Os resultados indicaram que %CVF teve fraca correlação com os sintomas respiratórios e sugerem que a PI<sub>máx</sub> e a oximetria noturna podem ser medidas mais sensíveis para detectar o início da insuficiência respiratória.

Outro teste que mede força muscular inspiratória e tem sido recomendado mais recentemente é o *sniff* teste<sup>28</sup>. Esse teste mede a pressão nasal *sniff* máxima (SNIP)<sup>29</sup>. Demonstrou-se que a SNIP foi mais sensível em pacientes com ELA do que a CVF para detectar pequenas mudanças na força muscular de indivíduos que apresentam declínio linear como nas doenças progressivas. A medida de SNIP, se comparada à PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>, é mais fácil de ser realizada nas fases mais tardias da doença e na presença de fraqueza orofacial<sup>30</sup>. Lyall *et al.*<sup>18</sup> realizaram testes de força muscular respiratória mais recentes como o *sniff* teste e testes mais bem estabelecidos como espirometria, PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> em 81 pacientes com ELA para determinar a relação entre os testes de força muscular respiratória e a presença de insuficiência respiratória e definir qual teste seria mais útil para prever a insuficiência respiratória. O *sniff* teste mostrou um poder preditivo maior do que a CV na posição sentada e a PI<sub>máx</sub>. O percentual do predito do SNIP teve boa correlação com o índice de apnéia/hipopnéia na polissonografia. A SNIP < 40 cmH<sub>2</sub>O teve correlação com a hipoxemia noturna. Na SNIP < 30 cmH<sub>2</sub>O, a média de sobrevida foi de 3 meses. Além disso, o *sniff* teste foi uma medida mais confiável nos estágios tardios da doença do que a CV ou a PI<sub>máx</sub>. Nenhum teste teve poder preditivo em pacientes com disfunção bulbar.

A oximetria de pulso indica se ocorre diminuição da saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO<sub>2</sub>). No caso da ELA, a dessaturação geralmente se inicia no período noturno e depois progride para o diurno<sup>31</sup>. A oximetria também ajuda a identificar situações clínicas com a presença de atelectasias e pneumonias,

nas quais há necessidade de se intensificar as medidas de remoção de secreção<sup>32</sup>. Bach *et al.*<sup>31</sup> utilizaram a oximetria como guia durante o uso da VNI e da máquina de tosse assistida em 79 indivíduos com ELA que utilizavam a VNI entre oito a 20 horas por dia e 45 que utilizavam VNI por um período maior que 20 horas. A dessaturação pode ser revertida utilizando a VNI ou a máquina de tosse, caso a função bulbar esteja presente e evita a traqueostomização desses pacientes por um tempo maior. Porém, a traqueostomia e o óbito geralmente ocorrem após dois meses de  $SpO_2 < 95\%$  que não podem ser corrigidos pela VNI.

Não se sabe o exato momento para indicar a VNI, mas especialistas recomendam que em doenças de progressão mais rápida como a ELA deve-se iniciar o tratamento mais precoce para evitar decisões abruptas como uma traqueostomia<sup>33</sup>. Atualmente, segundo consenso e recente texto prático sobre indicações de VNI, o paciente deve apresentar sintomas clínicos de hipoventilação e pelo menos um dos seguintes achados na posição sentada:  $CVF < 50\%$  do previsto, a  $Plm_{\text{máx}} < 60\text{cmH}_2\text{O}$ , a pressão arterial de gás carbônico maior que 45 mmHg, a oximetria noturna com  $SpO_2 < 88\%$  por pelo menos cinco minutos consecutivos e o  $SNIP < 40\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>28,33</sup>.

Uma forma mais recente de se analisar os volumes pulmonares é utilizando-se a pletismografia optoeletrônica (POE). Com a POE, realiza-se a análise dos volumes da parede torácica e da contribuição de cada um de seus três compartimentos. Este modelo usa a definição de caixa torácica pulmonar como a parte da caixa torácica ligada ao pulmão (onde atuam os músculos inspiratórios e expiratórios), caixa torácica abdominal como o compartimento da caixa torácica ligado ao diafragma e o abdômen (onde atuam tanto o diafragma quanto os músculos abdominais expiratórios<sup>34,35</sup>). Dessa forma, pode-se utilizar a POE para inferir sobre a participação específica do diafragma<sup>34</sup> e observar a influência do posicionamento na performance desse músculo<sup>36</sup>.

Romei *et al.*<sup>37</sup> verificaram a influência do posicionamento sentado sem apoio dorsal, com apoio em três diferentes inclinações do tronco e em supino, em 34 indivíduos saudáveis com média de idade de 32 anos e encontraram um aumento progressivo da contribuição do compartimento abdominal durante a mudança de sentado sem apoio para sentado com apoio em três diferentes inclinações e em supino. Os

autores sugeriram que a menor contribuição do compartimento abdominal na posição sentada sem apoio se deve à contração tônica dos músculos abdominais para manutenção postural e estabilização do tronco, diminuindo a complacência abdominal. Relataram que esse tipo de avaliação do comportamento toracoabdominal em pacientes com DNM que não conseguem manter-se sentados sem apoio é uma alternativa que se aproxima mais da posição adotada por eles em sua vida diária.

Dentro do nosso conhecimento, atualmente encontram-se na literatura somente três estudos que investigaram as mudanças de volumes dos compartimentos da parede torácica em pacientes com DNM e nenhum deles foi realizado em pacientes com ELA. Lanini *et al.*<sup>38</sup> estudaram oito pacientes com DNM e 12 indivíduos saudáveis e foram realizadas medidas de função pulmonar através da espirometria, volumes pulmonares estáticos, P<sub>lmáx</sub>, P<sub>Emáx</sub>, além da medida por POE. Os autores encontraram que, ao contrário dos indivíduos saudáveis, nos pacientes a caixa torácica não contribuiu para insuflar a parede torácica durante a tosse, isto é, não aumentou o volume torácico inspiratório final. Além disso, houve grande distorção da caixa torácica durante a tosse em doentes neuromusculares, quando comparados à indivíduos saudáveis, significando que um dos compartimentos atuou de maneira predominante em relação ao outro, sendo que o ideal é que os compartimentos da parede torácica atuem de maneira similar.

Lo Mauro *et al.*<sup>39</sup> investigaram a contribuição dos compartimentos da parede torácica nas posições sentada e supino em 66 pacientes com distrofia muscular de Duchenne em diferentes estágios da doença. Foram realizados testes de função pulmonar para avaliar CVF, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), PFE, capacidade residual funcional (CRF), volume residual (VR) e capacidade pulmonar total (CPT), assim como a análise cinemática por meio da POE. Os autores concluíram que a diminuição do volume do compartimento abdominal na posição supino mostrou ser um importante indicador da progressão da doença e um indicador precoce de hipoxemia noturna.

Recentemente, D'Angelo *et al.*<sup>40</sup> estudaram uma população variada de pacientes com DNM de progressão lenta. Além da respiração em repouso e da avaliação da

função respiratória pela manobra de capacidade vital lenta, a POE foi utilizada com os pacientes nas posições sentada e supino para avaliar o movimento toracoabdominal, caracterizando a cinemática da parede torácica e refletindo a ação da musculatura respiratória. Participaram do estudo 88 pacientes com distrofia muscular, sendo 38 com distrofia muscular do tipo cinturas (DMC), 20 com distrofia muscular de Becker (DMB) e 30 com distrofia muscular fáscio-escápulo-umeral (FSH) e 20 indivíduos saudáveis como grupo controle. As medidas respiratórias foram de CVF, VEF<sub>1</sub>, PFE, CRF, VR, CPT, além da análise cinemática pela POE nas posições sentada com ou sem apoio dorsal e supino, tanto na respiração em repouso quanto nas duas manobras de capacidade vital lenta. Foi encontrado um maior comprometimento muscular durante toda a respiração nos pacientes com DMC e FSH do que nos pacientes com DMB e foi observada uma redução significativa da contribuição abdominal em pacientes que utilizavam cadeira de rodas. D'Angelo *et al.* concluíram que a POE foi capaz de mostrar comprometimento dos músculos respiratórios nas fases mais iniciais da DMC e FSH, o qual pode ser útil para avaliação da função respiratória e de estratégias terapêuticas.

### **1.1 Justificativa**

Estudos que analisam a cinemática dos compartimentos da parede torácica, com atenção especial para o comportamento do diafragma, poderão contribuir de forma significativa para a detecção mais precoce do prejuízo da ventilação pulmonar, mesmo que os sinais clínicos e espirométricos ainda não estejam presentes.

### **1.2 Objetivo**

O objetivo principal deste estudo foi analisar o movimento e os volumes operacionais da parede torácica (caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen) nas posições supino e sentada em pacientes com ELA, assim como com e sem o uso da VNI na posição supino. Adicionalmente, foram comparados os parâmetros da cinemática da parede torácica de pacientes com ELA aos de um grupo controle de indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade.

## CAPÍTULO 2. MATERIAIS E MÉTODO

### 2.1 Tipo do estudo

Estudo transversal do tipo observacional

### 2.2 Local de realização

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare), do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### 2.3 Amostra

Os participantes do grupo com ELA foram pacientes com ELA diagnosticados de acordo com os critérios estabelecidos pelo *El Escorial World Federation of Neurology*<sup>41</sup> revistos em 1998 e sob cuidado clínico do Dr. Mauro Vidigal, pneumologista pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia e coordenador do Programa de Atendimento a Pessoas com Distrofia Muscular do estado de Minas Gerais. O *El Escorial* considera que o diagnóstico de ELA requer a presença de sinais de acometimento do neurônio motor inferior baseado no exame clínico, eletroneuromiográfico ou anatomopatológico; sinais de acometimento do neurônio motor superior mediante exame físico; e sinais ou sintomas de progressão em uma mesma região ou para outras regiões determinados pela história ou pelo exame. Além disso, considera-se a ausência de sinais eletrofisiológicos ou patológicos, sugerindo outra doença que possa explicar os sinais de degeneração dos neurônios motores superiores e inferiores; e alterações em exames de neuroimagem compatíveis a outras doenças que poderiam explicar os achados clínicos ou neurogênicos da eletroneuromiografia. O grupo controle foi recrutado na comunidade. O tamanho amostral foi calculado após um estudo piloto com oito pacientes com ELA, em função das variáveis percentual de contribuição da caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e do abdômen nos pacientes com ELA nas duas condições: nas posições supino e sentada e com e sem o uso da VNI em

supino. Utilizou-se um nível de significância ( $\alpha$ ) de 5% e um *power* de 80%. O maior número amostral obtido foi de oito indivíduos.

## 2.4 Critérios de Inclusão

### 2.4.1 Critérios de Inclusão para o Grupo com Esclerose Lateral Amiotrófica:

- apresentar diagnóstico de ELA seguindo os critérios diagnósticos do El Escorial<sup>41</sup>;
- não apresentar escoliose ou anormalidades torácicas;
- não apresentar sinais clínicos de disfunção da musculatura bulbar<sup>42</sup>;
- não ser traqueostomizado;
- ser capaz de realizar os testes sem utilizar VNI;
- ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no Apêndice.

### 2.4.2 Critérios de Inclusão para o Grupo Controle:

- indivíduos saudáveis pareados por idade e sexo com os participantes do grupo com ELA;
- índice de massa corporal (IMC) que não caracterizasse desnutrição ( $<18,5$  kg/m<sup>2</sup>) ou obesidade ( $>30$  kg/m<sup>2</sup>)<sup>43</sup>;
- não apresentar escoliose ou anormalidades torácicas;
- não ser fumante;
- espirometria sem alterações, segundo os valores de referência de Pereira *et al.*<sup>44</sup>;
- ler e assinar o TCLE apresentado no Apêndice.

## 2.5 Critérios de Exclusão

- Não conseguir realizar algum dos procedimentos para os dois grupos.

## 2.6 Aspectos Éticos



O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o parecer n°. ETIC 0395.0.203.000-10. Os participantes do estudo foram informados e instruídos quanto aos procedimentos, sendo esses realizados somente após a leitura e assinatura do TCLE.

## 2.7 Instrumento de medida principal

### 2.7.1 Pletismografia optoeletrônica

A POE (BTS, Milão, Itália), instrumento usado para avaliação indireta da ventilação pulmonar, foi utilizada para operacionalizar as variáveis primárias do estudo.

A POE avalia volumes pulmonares e permite analisar a contribuição de três compartimentos da parede torácica (caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen) (FIG. 1) para os volumes gerados durante a respiração<sup>36,45,46,47</sup>. O instrumento é caracterizado por um sistema de análise de movimento composto por câmeras que emitem um feixe de luz infravermelha que é refletido por marcadores<sup>48</sup> e é captado pelas câmeras. Esses marcadores são posicionados conforme protocolo pré-estabelecido, na região anterior, lateral e posterior do tórax e abdômen para aquisições na posição sentada sem apoio; e na região anterior e lateral do tórax e abdômen para aquisições na posição sentada com apoio e supino. Os marcadores são fixados com fita adesiva dupla-face. Para a obtenção do modelo tridimensional são utilizados 89 marcadores<sup>49</sup> na posição sentada ou 52 marcadores caso o indivíduo não possua controle de tronco para realizar medida sem apoio do tronco<sup>39,40</sup> e 52 na posição supino<sup>37</sup>.

Por meio de um sistema computadorizado específico, a imagem tridimensional formada pela reflexão destes marcadores é gerada para ser analisada (FIG. 1). O sistema fornece, com base no teorema de Gauss, medidas contínuas do volume total e dos volumes dos compartimentos da parede torácica. É considerado um método confiável<sup>50</sup>, não-invasivo, não assume qualquer pressuposto do número de graus de liberdade da parede torácica, não requer uso de bocal, clipe nasal ou qualquer dispositivo acoplado ao sujeito sob análise e apresenta um procedimento

de calibração relativamente simples sem o uso de manobras respiratórias que necessitem de cooperação<sup>51,52</sup>. É acurado para mensurar as mudanças de volume dos diferentes compartimentos respiratórios<sup>36,51</sup>. Pode ser utilizado nas posturas ortostática, sentada, supino e prono<sup>36,45,53,54</sup> e em diferentes condições, incluindo o exercício físico<sup>53,55</sup>. Por meio deste instrumento, podem ser obtidas diferentes variáveis relacionadas ao volume corrente e à contribuição dos compartimentos da parede torácica, além de outras variáveis de tempo do padrão respiratório<sup>46,56</sup>.

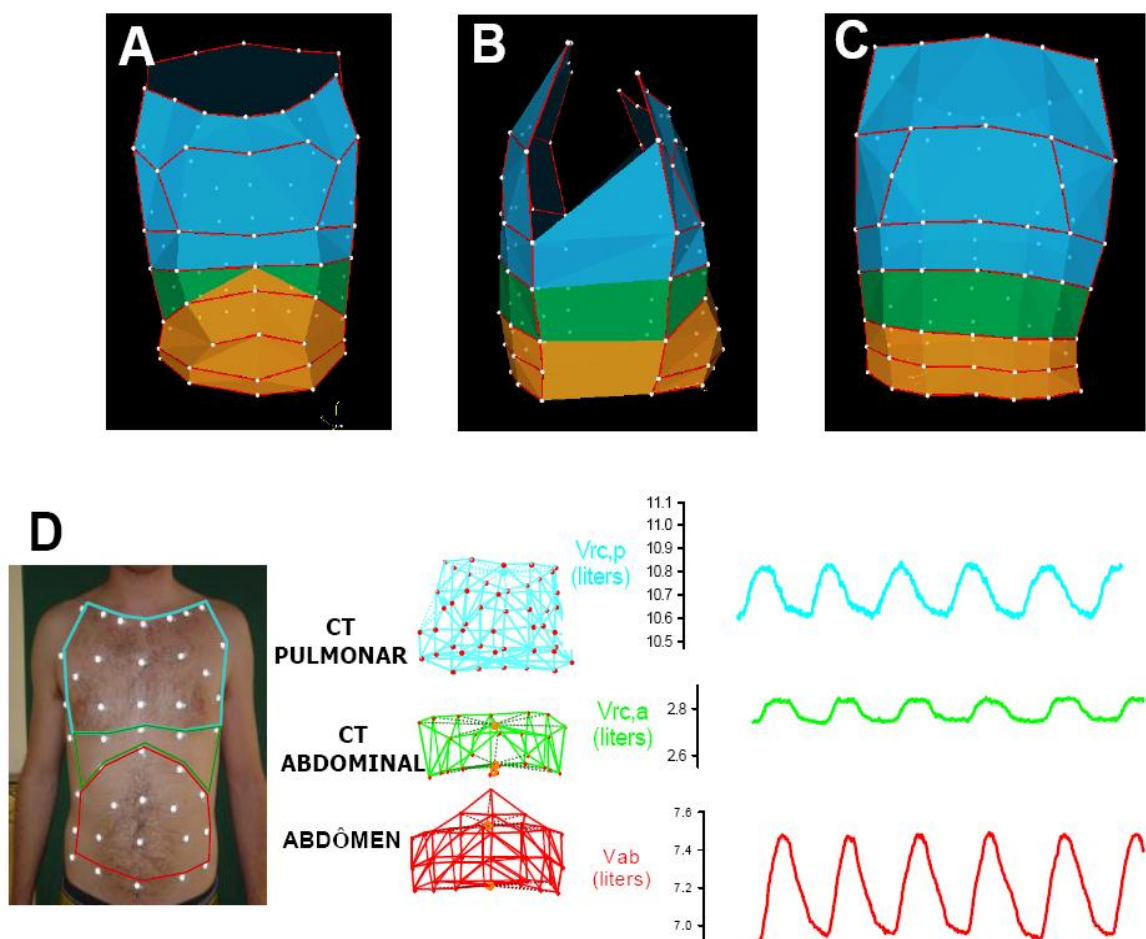


FIGURA 1- Exemplo de modelo tridimensional da parede torácica obtido durante registro de dados por meio da pletismografia optoeletrônica. A: Vista anterior da parede torácica, B: Vista lateral da parede torácica, C: Vista posterior da parede torácica e D: triângulos tetraedros formados pelos marcadores utilizados na computação do volume em cada um dos compartimentos da parede torácica.

A calibração do sistema é realizada utilizando-se uma estrutura metálica indicando os eixos de referência x (médio-lateral), y (ântero-posterior) e z (superior-inferior). A calibração estática tem por objetivo determinar as coordenadas dos três eixos, corrigindo as distorções ópticas<sup>57</sup>. Para informar ao sistema a localização e a orientação exata das câmeras, é feita uma varredura da área com uma peça metálica que contém três marcadores reflexivos, por 40 segundos no plano sagital, 20 segundos no plano frontal e 20 segundos no plano transversal<sup>50</sup>. A frequência de amostragem da pletismografia optoeletrônica utilizada foi de 60 Hz tanto na calibração quanto na coleta.

Adicionalmente, por meio da utilização de um software de processamento de sinais, como o MATLAB®, é possível analisar variáveis complementares utilizadas para avaliar o movimento toracoabdominal. Dentre elas, destaca-se: o ângulo de fase (PhAng) que reflete o atraso entre as excursões de dois compartimentos da parede torácica<sup>58</sup>(FIG. 2A) e varia entre 0° e 180°, refletindo maior assincronismo à medida que se aproxima de 180°<sup>58,59,60,61,62</sup>. O PhAng pode ser calculado a partir de equações extraídas de uma figura de *Lissajous*<sup>59,63</sup>, na qual o movimento de um compartimento durante um ciclo respiratório é representado contra a excursão de um segundo compartimento em um gráfico X-Y. Dessa forma, para  $\text{PhAng} < 90^\circ$ ,  $\text{PhAng} = \arcsin(m/s)$ ; para  $\text{PhAng}$ , entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$ ,  $\text{PhAng} = 180^\circ - \arcsin(m/s)$ ; em que “m” representa a largura da figura no ponto médio da excursão máxima do compartimento representado no eixo Y enquanto “s” representa a excursão máxima do compartimento representado no eixo X<sup>59</sup> (FIG. 2B).

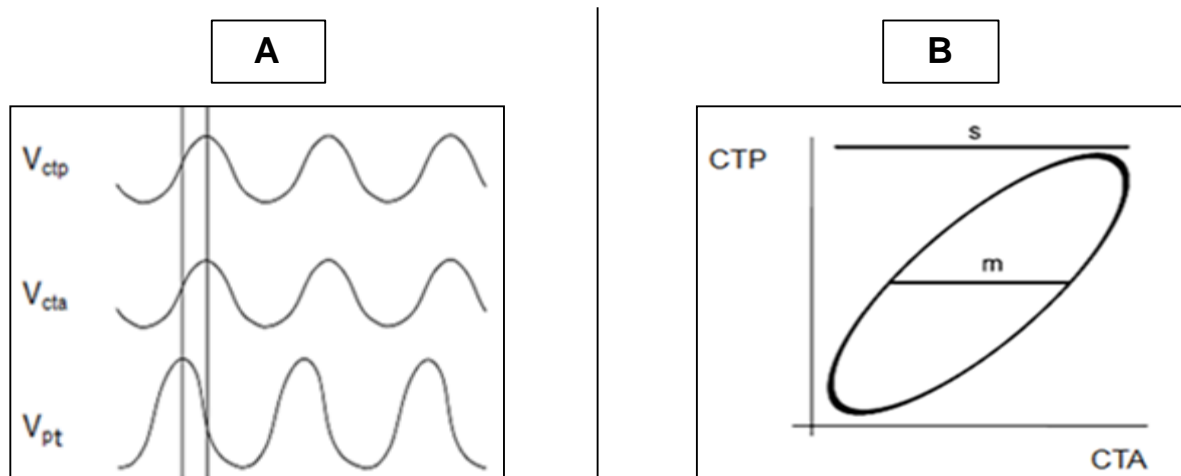


FIGURA 2A- Representação esquemática do atraso dos compartimentos da caixa torácica pulmonar ( $V_{ctp}$ ) e da caixa torácica abdominal ( $V_{cta}$ ) em relação à parede torácica ( $V_{pt}$ ). 2B- Representação esquemática da figura de *Lissajous*, com a excursão da caixa torácica pulmonar (CTP) representada no eixo Y e da caixa torácica abdominal (CTA) no eixo X.  
 Nota: Neste exemplo, “m” representa a distância horizontal entre CTP e CTA no ponto médio da excursão máxima de CTP e “s” representa a excursão máxima de CTA.  
 Fonte: Modificado de Beydon *et al.*<sup>63</sup>, 2007, p. 1317.

A FIG. 3 apresenta diferentes formatos da figura de *Lissajous*. Quando os compartimentos se movem em perfeita sincronia ( $PhAng = 0^\circ$ ), a figura de Lissajous tem o formato de uma linha com o sentido positivo. À medida que o  $PhAng$  aumenta em direção a  $90^\circ$ , a figura torna-se mais larga. A figura em formato de círculo representa  $PhAng$  igual a  $90^\circ$ . Quando o  $PhAng$  excede a  $90^\circ$  e se aproxima de  $180^\circ$ , a figura começa a estreitar. Entretanto, o sentido torna-se negativo. O movimento paradoxal entre os compartimentos ( $PhAng = 180^\circ$ ) é representado por uma linha com sentido negativo<sup>59</sup>.

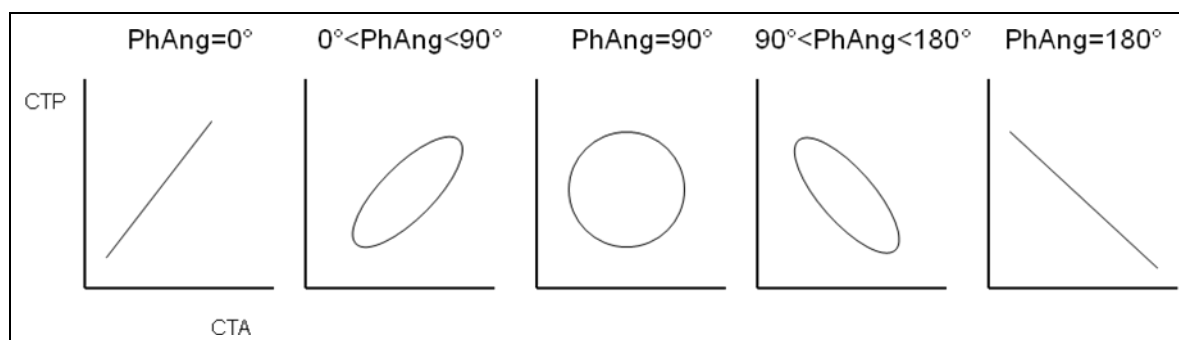


FIGURA 3 – Figuras de *Lissajous* de acordo com o valor do ângulo de fase ( $PhAng$ ).  
 Nota: CTP refere-se à caixa torácica pulmonar e CTA, à caixa torácica abdominal.  
 Fonte: Modificado de Allen *et al.*<sup>59</sup>, 1990, p. 339.

A quantificação do  $PhAng$  tem a vantagem de incorporar dados de todo o ciclo respiratório. Entretanto, o cálculo do  $PhAng$  assume que o movimento de ambos os compartimentos em análise tem formato de curva aproximadamente senoidais, aspecto que pode não corresponder à realidade da medida. Assim, curvas não senoidais e/ou a ocorrência de curvas com figura em 8, como representado na FIG. 4, podem comprometer a quantificação do  $PhAng$ <sup>63</sup>.

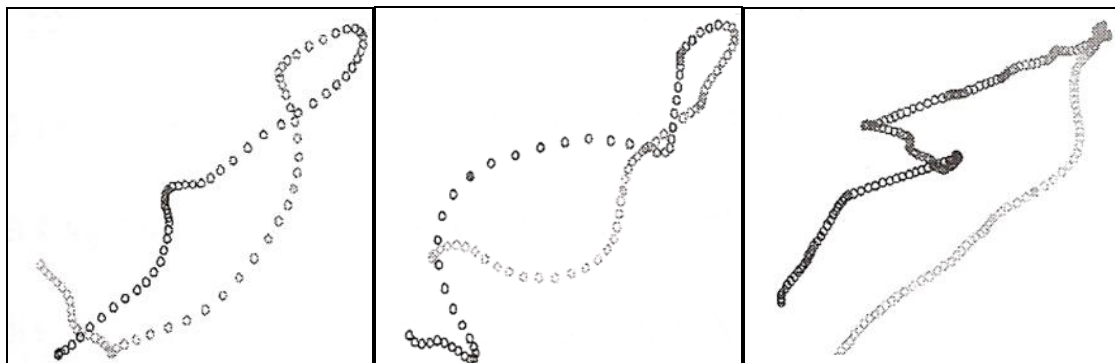


FIGURA 4 – Exemplos de figuras de *Lissajous* com formato em 8

Fonte: Modificado de França<sup>64</sup>, 2008, p. 60 do capítulo 4.

As relações de fase expressam a porcentagem de concordância entre os movimentos dos compartimentos: a relação de fase inspiratória durante a inspiração (PhRIB), a relação de fase expiratória durante a expiração (PhREB) e a relação de fase total durante o tempo total do ciclo respiratório (PhRTB)<sup>58</sup>. Seus valores variam de 0% a 100%, sendo 0% encontrado quando os compartimentos se movem em perfeita sincronia, e 100%, quando há movimento paradoxal<sup>62</sup>. São computadas em cada ponto do ciclo respiratório a partir de traçados dos movimentos compartimentais ao longo do tempo. Apresentam a vantagem de não requererem curvas senoidais, bem como a análise das figuras de *Lissajous*<sup>64</sup>.

## 2.8 Instrumentos de medidas complementares

Os instrumentos descritos a seguir foram utilizados para a caracterização da amostra ou para monitorização durante a coleta de dados.

### 2.8.1 Ficha de identificação e avaliação

Inicialmente, realizou-se uma avaliação para a identificação, caracterização e verificação dos critérios de inclusão e de exclusão. Foram utilizadas fichas de avaliação distintas para o grupo com ELA e para o grupo controle (Apêndice 2 e 3).

### 2.8.2 Instrumentos utilizados para aferição dos dados antropométricos

Para mensuração da massa corporal dos participantes com ELA, foi utilizada uma balança (Balança digital BAL-150PA, EUA) com resolução de 100 g. A altura foi medida através de trena (Vonder, Curitiba, Brasil) com resolução de 0,1 cm. Os dados observados relativos à altura foram confrontados com os descritos na prova de função pulmonar anterior. Os participantes do grupo controle tiveram suas medidas de massa muscular e altura realizados por meio de uma balança (Filizola Indústria Ltda, São Paulo, SP, Brasil) acoplada a um estadiômetro e com resoluções de 100 g e 0,5 cm. Em seguida, o cálculo do IMC foi realizado de acordo com a relação da massa dividida por altura ao quadrado ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ).

### 2.8.3 Esfigmomanômetro e estetoscópio

O esfigmomanômetro (*BD, Becton, Dickinson and Company; Franklin Lakes; USA*) com resolução de 2 mmHg e o estetoscópio (*LittmannClassic II, 3M Center, St. Paul-MN, USA*) foram utilizados para aferir a pressão arterial antes da realização dos demais procedimentos.

### 2.8.4 Oxímetro de pulso

O oxímetro de pulso Yellow Datex-Ohmeda TuffSat® (*GE Healthcare, Finland, FIG.5*) foi utilizado na avaliação inicial e para monitorização durante a realização da POE.

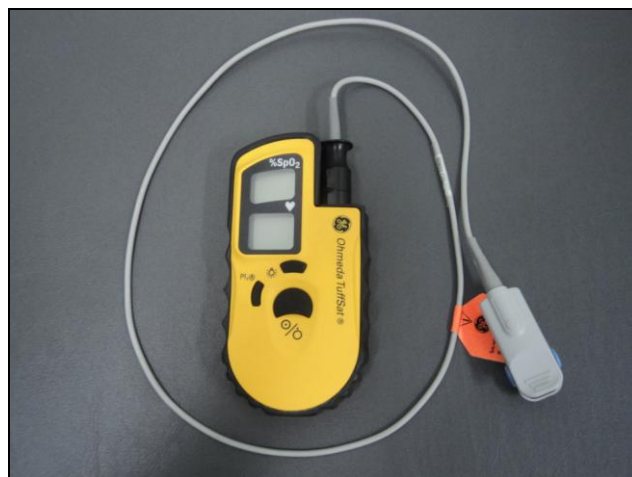


FIGURA 5- Oxímetro de pulso (*Yellow Datex-Ohmeda TuffSat®, GE Healthcare, Finland*).

### 2.8.5 Espirômetro

O espirômetro utilizado neste estudo foi o Pony FX (*Cosmed srl, Rome, Italy*, FIG. 6) compatível com o *software* PFT Suite (*Cosmed srl, Rome, Italy*), o qual apresenta uma resolução de 0,1 mL e 1 ponto percentual. A espirometria é um teste que auxilia a prevenção e permite o diagnóstico e a quantificação dos distúrbios ventilatórios, sendo integrante da avaliação de pacientes com sintomas respiratórios ou doença respiratória conhecida<sup>44</sup>. No grupo com ELA, o teste foi realizado nas posições sentada e supino, uma vez que o torna mais sensível à presença da fraqueza diafragmática quando a CVF diminui no mínimo 30% da posição sentada para supino<sup>20</sup>. Além disso, o espirômetro foi utilizado para realizar teste de capacidade de insuflação máxima (CIM), possibilitando classificar os doentes que apresentavam comprometimento bulbar ou não. As variáveis utilizadas na espirometria foram CVF, VEF<sub>1</sub> e a razão CVF/VEF<sub>1</sub>. No grupo controle, a espirometria foi realizada apenas na posição sentada.



FIGURA 6- Espirômetro (Pony FX, *Cosmed srl, Rome, Italy*).

### 2.8.6 Reanimador manual (Tipo AMBU)

Foi utilizado reanimador manual adulto Oxigel (São Paulo, Brasil, FIG. 7) sem reservatório para realizar manobras de *air stacking*, possibilitando a medida da CIM, ou seja, além da inspiração máxima, o indivíduo recebe um volume extra de ar até sua capacidade máxima através do ambu que fica aprisionado e no momento da

manobra é exalado<sup>42,65</sup>. Nos indivíduos que apresentavam adequada força orofacial, foi utilizado traquéia com bocal e nos indivíduos com fraqueza orofacial foi necessário utilizar máscara facial. Os indivíduos que não eram capazes de superar a CV através da CIM foram classificados como bulbares, ou seja, apresentavam comprometimento moderado a severo da musculatura bulbar<sup>66</sup>.



FIGURA 7- Reanimador manual (Oxigel, São Paulo, Brasil).

#### 2.8.7 Manovacúmetro digital

O manovacúmetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil, FIG. 8) foi utilizado para a realização do *sniff test*<sup>67</sup>. Neste equipamento, a resolução das medidas é de 0,1 cmH<sub>2</sub>O, e escala de 510 cmH<sub>2</sub>O. Além disso, para detectar o início do esforço, imediatamente após o término da coleta dos dados de cada teste, o *software* ManovacumetroNM1.0a está programado para encontrar os limites de início e término do teste e armazená-lo. Dessa forma, ocorre o registro das variáveis da curva de pressão independente do nível de pressão atingido.





FIGURA 8- Manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte, Brasil).

### 2.8.8 Peak Flow

O Peak Flow utilizado neste estudo foi o Asmaplan+ (*Vitalograph, Ennis, Ireland*, FIG. 9) com resolução 10 L/min. Foi utilizado para medidas de PFE e pico de fluxo da tosse espontânea.



FIGURA 9- Peak flow (Asmaplan+, *Vitalograph, Ennis, Ireland*).

### 2.8.9 Questionário *Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale- Revised*

O questionário *Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale- Revised* (ALSFRS-R/BR) é um instrumento específico para pacientes com ELA e avalia a funcionalidade desses indivíduos. Além disso, foi validado para a língua portuguesa<sup>68</sup>. O questionário inclui itens relacionados à função respiratória e bulbar especificamente. O ALSFRS-R/BR consiste em 12 itens com escore de zero a quatro cada item e um escore total variando de zero a 48, nos quais 48 pontos significam funcionalidade normal e zero séria incapacidade.

### 2.8.10 Questionário *Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire*

O questionário *Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire* (ALSAQ-40/BR) foi utilizado para caracterizar a qualidade de vida dos indivíduos com ELA. Trata-se de um questionário de qualidade de vida específico para essa população, com adaptação transcultural para a população brasileira<sup>69</sup>. O ALSAQ-40 consta de 40 questões divididas em cinco dimensões: atividades de vida diária e independência (10 itens), aspectos físicos (10 itens), alimentação (3 itens), comunicação (7 itens) e aspectos emocionais (10 itens). Para cada item há cinco possibilidades de resposta: “nunca”, “raramente”, “às vezes”, “frequentemente” e “sempre”. O escore varia de zero a 100, sendo que quanto maior o escore, pior a qualidade de vida.

## 2.9 Variáveis analisadas

### - Variáveis Primárias

- Porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente ( $V_{C_{ctp}}\%$ ), da caixa torácica abdominal para o volume corrente ( $V_{C_{cta}}\%$ ), do abdômen para o volume corrente ( $V_{C_{ab}}\%$ );
- volume corrente da parede torácica ( $V_{C_{pt}}$ );
- volume inspiratório final da parede torácica ( $V_{if_{pt}}$ );
- volume expiratório final da parede torácica ( $V_{ef_{pt}}$ ).

### - Variáveis Secundárias

- Freqüência respiratória (FR);
- ventilação minuto (VE);
- relação entre o tempo inspiratório e o tempo total (Ti/Ttot);
- variáveis de assincronia: PhAng, PhRIB e PhREB.

## 2.10 Procedimentos

A coleta de dados foi realizada em dois dias, com um intervalo máximo de duas semanas entre os dois dias de avaliação:

### Primeiro dia

Avaliação inicial para a identificação, caracterização e verificação dos critérios de inclusão e de exclusão:

- medida de altura, massa corporal, pressão arterial, SpO<sub>2</sub>, frequência cardíaca e respiratória;
- realização da espirometria na posição supino no grupo com ELA e sentada em ambos os grupos;
- realização do teste de capacidade de insuflação máxima para classificação quanto a presença ou não de comprometimento da musculatura bulbar no grupo com ELA;
- realização do *sniff* teste;
- realização do pico de fluxo expiratório;
- realização do pico de fluxo da tosse;
- realização dos questionários ALSFRS-R/BR e ALSAQ-40/BR no grupo com ELA.

### Segundo dia

- Registro da cinemática da parede torácica na posição sentada. Para tal, foi solicitado que indivíduo se sentasse em um banco padronizado, sem apoio para o tronco e com os membros superiores em abdução de ombros, apoiados de maneira confortável e segurando uma haste lateral, para uma visualização adequada dos marcadores laterais (FIG. 10A). A altura do apoio para membro superior foi ajustada para a altura do indivíduo. Quando o

indivíduo não possuía controle de tronco, foi realizado registro sentado com apoio (FIG. 10B).

- Registro da cinemática da parede torácica na posição supino (FIG. 10C). Para tal, foi solicitado ao indivíduo deitar-se em uma maca em posição neutra ( $0^\circ$ ). O registro foi feito durante respiração espontânea nos dois grupos. Nos participantes do grupo com ELA, foi realizado também um registro durante a VNI (FIG.10D) (*Trilogy 100, Respironics, Murrysville, USA* FIG. 11A) e uso de máscara facial (*Spectrum, Respironics, Murrysville, USA*, FIG. 11B) ou máscara nasal (*Easy Life, Respironics, Murrysville, USA*, FIG. 11C) em função da melhor adaptação do participante. Utilizou-se modo pressórico *spontaneous/timed* com os seguintes ajustes: pressão inspiratória 14  $\text{cmH}_2\text{O}$  e expiratória de 7  $\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>13</sup>, *back up* frequência respiratória de 14 irpm e tempo inspiratório de 1,0 s.
- O tempo de registro foi de cinco minutos na posição sentada, cinco minutos na posição supino sem VNI e cinco minutos na posição supino com VNI.
- Medidas de  $\text{SpO}_2$ , frequência respiratória e frequência cardíaca foram realizadas continuamente durante a coleta de dados.

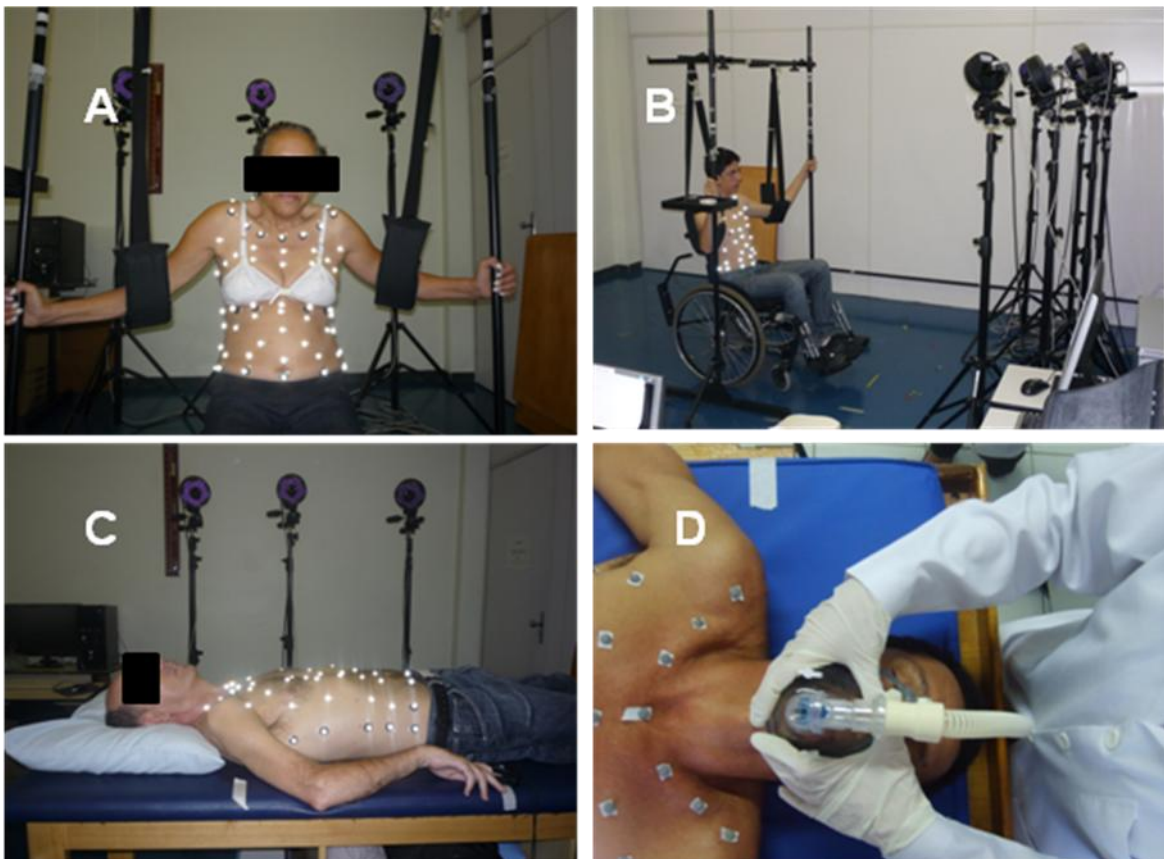


FIGURA 10- A: Posicionamento do indivíduo na posição sentada sem apoio; B: Posicionamento do indivíduo na posição sentada com apoio; C: Posicionamento do indivíduo na posição supino; D: Posicionamento do indivíduo na posição supino com VNI.

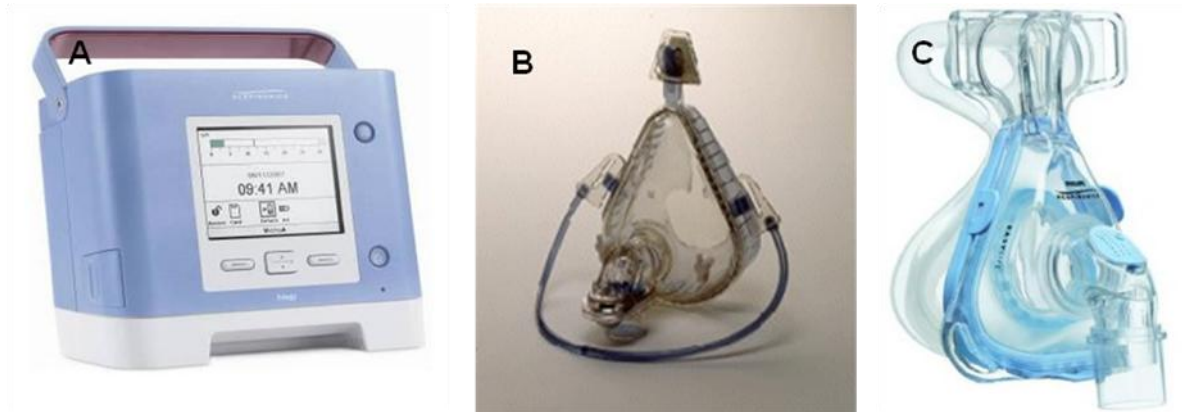


FIGURA 11- A: *Trilogy 100*, Respironics, Murrysville, USA; B: Máscara facial (*Spectrum*, Respironics, Murrysville, USA); C: Máscara nasal (*Easy Life*, Respironics, Murrysville, USA).

## 2.11 Redução dos dados

Inicialmente, os dados foram processados a partir de programas específicos (OEP analyzer, OEP tracker, smart analyzer e Diamov). Dos cinco minutos de registro realizados, os três minutos finais foram analisados. As variáveis de assincronia foram obtidas pelo programa MATLAB® 2008 e foi analisado o minuto intermediário dos três minutos utilizados para análise das variáveis operacionalizadas pela POE. Por fim, os dados foram transformados em valores numéricos numa planilha de Excel para obtenção das variáveis descritas no item 2.9.

## 2.12 Análise estatística

Os dados foram expressos em medidas de tendência central e de dispersão. A normalidade dos dados foi testada por meio do teste *Shapiro Wilk*. Para a comparação dos dados do grupo com ELA e do grupo controle (dados antropométricos e dados da cinemática na posição supina sem VNI e sentado) foi utilizado teste t de *Student* para amostras independentes ou *Mann-Whitney U*, em função da distribuição normal ou diferente de normal. Para a comparação intragrupo (sentado e supino) e no grupo com ELA (supino com e sem VNI) foi utilizado teste t

de *Student* pareado ou *Wilcoxon*, em função da distribuição normal ou diferente da normal. O nível de significância estabelecido foi de  $\alpha$  de 5%. Os dados foram analisados através do pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 15.0, *Illinois, USA*).

## REFERÊNCIAS

1. CHIEIA, M. A. *et al.* Amyotrophic lateral sclerosis: considerations on diagnostic criteria. **Arq Neuropsiquiatr.**, 68, n. 6, p. 837-842, 2010.
2. PALERMO, S. *et al.* Epidemiology of Amyotrophic Lateral Sclerosis- Europe/ North America/ South America/ Asia. Discrepancies and similarities. Systematic review of the literatura. **Rev.Bras.Neurol.**, 45, n. 2, p. 5-10, 2009.
3. ROWLAND, L. P.; SHNEIDER, N. A. Amyotrophic lateral sclerosis. **N.Engl.J.Med.**, 344, n. 22, p. 1688-1700, 2001.
4. DIETRICH-NETO, F. *et al.* Amyotrophic lateral sclerosis in Brazil: 1998 national survey. **Arq Neuropsiquiatr.**, 58, n. 3A, p. 607-615, 2000.
5. KURTZKE, J. F. Epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis. **Adv.Neurol.**, 36, n. 281-302, 1982.
6. SIDDIQUE, T. *et al.* Molecular genetic basis of familial ALS. **Neurology**, 47, n. 4 Suppl 2, p. S27-S34, 1996.
7. RADUNOVIC, A. *et al.* Mechanical ventilation for amyotrophic lateral sclerosis/motor neuron disease. **Cochrane.Database.Syst.Rev.**, 4, p. CD004427-2009.
8. KAPLAN, L. M.; HOLLANDER, D. Respiratory dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. **Clin.Chest Med.**, 15, n. 4, p. 675-681, 1994.
9. HILL, N. S. Neuromuscular disease in respiratory and critical care medicine. **Respir.Care**, 51, n. 9, p. 1065-1071, 2006.
10. BACH, J. R. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. **Chest**, 104, n. 5, p. 1553-1562, 1993.
11. TZENG, A. C.; BACH, J. R. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. **Chest**, 118, n. 5, p. 1390-1396, 2000.
12. BOURKE, S. C.; GIBSON, G. J. Sleep and breathing in neuromuscular disease. **Eur.Respir.J.**, 19, n. 6, p. 1194-1201, 2002.

13. MEHTA, S.; HILL, N. S. Noninvasive ventilation. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 163, n. 2, p. 540-577, 2001.
14. LECHTZIN, N. Respiratory effects of amyotrophic lateral sclerosis: problems and solutions. **Respir.Care**, 51, n. 8, p. 871-881, 2006.
15. KLEOPA, K. A. *et al.* Bipap improves survival and rate of pulmonary function decline in patients with ALS. **J.Neurol.Sci.**, 164, n. 1, p. 82-88, 1999.
16. PINTO, A. C. *et al.* Respiratory assistance with a non-invasive ventilator (Bipap) in MND/ALS patients: survival rates in a controlled trial. **J.Neurol.Sci.**, 129 Suppl, n. 19-26, 1995.
17. BOURKE, S. C. *et al.* Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. **Lancet Neurol.**, 5, n. 2, p. 140-147, 2006
18. LYALL, R. A. *et al.* Respiratory muscle strength and ventilatory failure in amyotrophic lateral sclerosis. **Brain**, 124, n. Pt 10, p. 2000-2013, 2001
19. MILLER, M. R. *et al.* Standardisation of spirometry. **Eur.Respir.J.**, 26, n. 2, p. 319-338, 2005.
20. LECHTZIN, N. *et al.* Spirometry in the supine position improves the detection of diaphragmatic weakness in patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Chest**, 121, n. 2, p. 436-442, 2002.
21. COSTA, D. *et al.* Função Pulmonar em Miopatias Hereditárias. **Rev Bras Fisioter**, 1, n. 2, p. 73-77, 1996.
22. VARRATO, J. *et al.* Postural change of forced vital capacity predicts some respiratory symptoms in ALS. **Neurology**, 57, n. 2, p. 357-359, 2001.
23. BACH, J. R.; SAPORITO, L. R. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. A different approach to weaning. **Chest**, 110, n. 6, p. 1566-1571, 1996.
24. SUAREZ, A. A. *et al.* Peak flow and peak cough flow in the evaluation of expiratory muscle weakness and bulbar impairment in patients with neuromuscular disease. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, 81, n. 7, p. 506-511, 2002.



25. BACH, J. R. *et al.* Expiratory flow maneuvers in patients with neuromuscular diseases. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, 85, n. 2, p. 105-111, 2006.
26. PASCHOAL, I. A. *et al.* Chronic respiratory failure in patients with neuromuscular diseases: diagnosis and treatment. **J.Bras.Pneumol.**, 33, n. 1, p. 81-92, 2007.
27. JACKSON, C. E. *et al.* A preliminary evaluation of a prospective study of pulmonary function studies and symptoms of hypoventilation in ALS/MND patients. **J.Neurol.Sci.**, 191, n. 1-2, p. 75-78, 2001.
28. MILLER, R. G. *et al.* Practice parameter update: The care of the patient with amyotrophic lateral sclerosis: drug, nutritional, and respiratory therapies (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. **Neurology**, 73, n. 15, p. 1218-1226, 13 2009.
29. SEVERINO, F. G. *et al.* Comparison between a national and a foreign manovacuometer for nasal inspiratory pressure measurement. **Rev.Bras.Fisioter.**, 14, n. 5, p. 426-431, 2010.
30. FITTING, J. W. *et al.* Sniff nasal pressure: a sensitive respiratory test to assess progression of amyotrophic lateral sclerosis. **Ann.Neurol.**, 46, n. 6, p. 887-893, 1999.
31. BACH, J. R. *et al.* Oximetry and indications for tracheotomy for amyotrophic lateral sclerosis. **Chest**, 126, n. 5, p. 1502-1507, 2004.
32. BACH, J. R. *et al.* Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. **Chest**, 112, n. 4, p. 1024-1028, 1997.
33. A CONSENSUS CONFERENCE REPORT: Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. **Chest**, 116, n. 2, p. 521-534, 1999.
34. ALIVERTI, A. *et al.* Human respiratory muscle actions and control during exercise. **J.Appl.Physiol**, 83, n. 4, p. 1256-1269, 1997.
35. KENYON, C. M. *et al.* Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. **J.Appl.Physiol**, 83, n. 4, p. 1242-1255, 1997.

36. ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann.Biomed.Eng**, 29, n. 1, p. 60-70, 2001.
37. ROMEI, M. *et al.* Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respir.Physiol Neurobiol.**, 172, n. 3, p. 184-191, 31 2010.
38. LANINI, B. *et al.* Chest wall kinematics during voluntary cough in neuromuscular patients. **Respir.Physiol Neurobiol.**, 161, n. 1, p. 62-68, 2008.
39. LO MAURO A. *et al.* Abdominal volume contribution to tidal volume as an early indicator of respiratory impairment in Duchenne muscular dystrophy. **Eur.Respir.J.**, 35, n. 5, p. 1118-1125, 2010.
40. D'ANGELO, M. G. *et al.* Respiratory pattern in an adult population of dystrophic patients. **J.Neurol.Sci.**, 306, n. 1-2, p. 54-61, 2011.
41. BROOKS, B. R. *et al.* El Escorial revisited: revised criteria for the diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis. **Amyotroph.Lateral.Scler.Other Motor Neuron Disord.**, 1, n. 5, p. 293-299, 2000.
42. KANG, S. W.; BACH, J. R. Maximum insufflation capacity. **Chest**, 118, n. 1, p. 61-65, 2000.
43. Global database on body mass index: an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition, 2010.
44. PEREIRA, C. A. *et al.* New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J.Bras.Pneumol.**, 33, n. 4, p. 397-406, 2007.
45. CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J.Appl.Physiol**, 81, n. 6, p. 2680-2689, 1996.
46. BIANCHI, R. *et al.* Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. **Respir.Med.**, 101, n. 7, p. 1412-1418, 2007.
47. BIANCHI, R. *et al.* Chest wall kinematics and breathlessness during pursed-lip breathing in patients with COPD. **Chest**, 125, n. 2, p. 459-465, 2004.

48. ROMAGNOLI, I. *et al.* Optoelectronic plethysmography has improves our knowledge of respiratory physiology and pathophysiology. **Sensors**, 8, n. 7951-7972, 2008.
49. GORINI, M. *et al.* Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 160, n. 3, p. 808-816, 1999.
50. VIEIRA, D. S. R. **Estratégias de aumento da tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.** Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. [tese de doutorado].
51. ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch.Chest Dis.**, 59, n. 1, p. 12-16, 2003.
52. ALIVERTI, A. Opto-electronic plethysmography: new findings in chronic obstructive pulmonary disease. **Internacional Journal of Respiratory Care**, 4, n. 2, p. 45-50, 2008.
53. VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, 60, n. 9, p. 723-729, 2005.
54. ALIVERTI, A. *et al.* Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 161, n. 5, p. 1546-1552, 2000.
55. ALIVERTI, A. *et al.* Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, 59, n. 3, p. 210-216, 2004.
56. ALIVERTI, A. *et al.* Effect of salbutamol on lung function and chest wall volumes at rest and during exercise in COPD. **Thorax**, 60, n. 11, p. 916-924, 2005.
57. FERRIGNO, G. *et al.* Pattern recognition in 3D automatic human motion analysis. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 45, n. 227-246, 1990.
58. MAYER, O. H. *et al.* Respiratory inductance plethysmography in healthy 3- to 5-year-old children. **Chest**, 124, n. 5, p. 1812-1819, 2003.
59. ALLEN, J. L. *et al.* Thoracoabdominal asynchrony in infants with airflow obstruction. **Am.Rev.Respir.Dis.**, 141, n. 2, p. 337-342, 1990.

60. KICIMAN, N. M. *et al.* Thoracoabdominal motion in newborns during ventilation delivered by endotracheal tube or nasal prongs. **Pediatr.Pulmonol.**, 25, n. 3, p. 175-181, 1998.
61. REBER, A. *et al.* Effect of airway opening manoeuvres on thoraco-abdominal asynchrony in anaesthetized children. **Eur.Respir.J.**, 17, n. 6, p. 1239-1243, 2001.
62. REBER, A. *et al.* Effect of continuous positive airway pressure on the measurement of thoracoabdominal asynchrony and minute ventilation in children anesthetized with sevoflurane and nitrous oxide. **Chest**, 122, n. 2, p. 473-478, 2002.
63. BEYDON, N. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. **Am.J.Respir.Crit. Care Med.**, 175, n. 12, p. 1304-1345, 2007.
64. FRANÇA, D. F. **Um programa de treinamento de endurance influencia o movimento toracoabdominal de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.** Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. [Dissertação de mestrado].
65. BACH, J. R. *et al.* Lung insufflation capacity in neuromuscular disease. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, 87, n. 9, p. 720-725, 2008.
66. KANG, S. W.; BACH, J. R. Maximum insufflation capacity: vital capacity and cough flows in neuromuscular disease. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, 79, n. 3, p. 222-227, 2000.
67. Montemezzo, D. *et al.* Influence of four interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures, **Respiratory Care**, *In press*, 2011.
68. GUEDES, K. *et al.* Cross-cultural adaptation and validation of the Functional Rating Scale-Revised in Portuguese language. **Arq Neuropsiquiatr.**, 68, n. 1, p. 44-47, 2010.
69. PAVAN, K. *et al.* Validation of the Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire (ALSAQ-40) scale in the Portuguese language. **Arq Neuropsiquiatr.**, 68, n. 1, p. 48-51, 2010.

## ANÁLISE DA CINEMÁTICA DOS COMPARTIMENTOS DA PAREDE TORÁCICA NAS POSIÇÕES SENTADA E SUPINO DE PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o movimento e os volumes operacionais da parede torácica nas posições supino e sentada em pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), assim como com e sem o uso da ventilação não invasiva (VNI) na posição supino e compará-los a um grupo controle de indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade. Participaram deste estudo 10 pacientes com ELA (5 homens e 5 mulheres com média de idade de  $54 \pm 13$  anos e índice de massa corporal (IMC) de  $21 \pm 4$  Kg/m<sup>2</sup>. Os 10 indivíduos saudáveis apresentaram média de idade de  $53 \pm 14$  e IMC de  $24 \pm 2$  Kg/m<sup>2</sup>. As variáveis referentes à cinemática da parede torácica e dos seus compartimentos foram avaliadas por meio da pletismografia optoeletrônica (BTS, Milão, Itália). Todos os participantes foram avaliados na posição sentada e supino durante cinco minutos cada. Adicionalmente, os pacientes com ELA foram avaliados na posição supino utilizando VNI durante cinco minutos, (*Trilogy 100, Respironics, USA*) usado no modo *spontaneous/timed*, com pressão inspiratória de 14 cmH<sub>2</sub>O e pressão expiratória de 4 cmH<sub>2</sub>O). Para a análise das variáveis primárias intragrupo (sentado e supino) e no grupo com ELA (supino com e sem VNI) foi utilizado teste t de *Student* pareado. Para análise dos dados do grupo com ELA e do grupo controle (dados antropométricos e dados da cinemática na posição supino e sentada) foi utilizado teste t de *Student* para amostras independentes. Foi considerado significativo  $p < 0,05$  para todas as comparações realizadas. Os principais resultados observados foram: 1) diminuição significativa da contribuição dos compartimentos da caixa torácica e aumento significativo da contribuição do compartimento abdominal na posição supino em comparação com a posição sentada tanto no grupo com ELA quanto no grupo controle; 2) menor porcentagem de contribuição do compartimento abdominal na posição supino no grupo com ELA quando comparado ao grupo controle ( $p=0,049$ ); 3) a VNI promoveu aumento significativo no volume corrente da parede torácica ( $p=0,025$ ), aumento significativo do volume inspiratório final da parede torácica ( $p=0,008$ ) e do volume expiratório final da parede torácica ( $p=0,019$ ); 4) ausência de diferença significativa no percentual de contribuição de cada compartimento entre a posição supino com e sem VNI do grupo com ELA. Concluindo, nossos resultados sugerem que a pletismografia optoeletrônica mostrou-se um instrumento capaz de identificar uma diminuição importante no movimento do diafragma em indivíduos com ELA e a VNI possibilitou um aumento significativo dos volumes corrente, inspiratório final e expiratório final, sem mudança na contribuição dos três compartimentos da parede torácica.

**Palavras-chave:** Esclerose Lateral Amiotrófica, doença neuromuscular, parede torácica, ventilação não invasiva, pletismografia optoeletrônica.

*Este artigo, após tradução e adequação às normas, será enviado ao periódico European Respiratory Journal.*

## INTRODUÇÃO

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) caracteriza-se pela deterioração de neurônios motores superiores e inferiores<sup>1</sup>. Inicialmente, os pacientes com ELA apresentam sintomas de fraqueza na região dos membros superiores ou inferiores, ou manifestam dificuldade na fala e deglutição<sup>2</sup>. A fraqueza progride para todos os grupos musculares e, na maioria das vezes, a causa do óbito é insuficiência respiratória causada pela fraqueza muscular respiratória<sup>3</sup>. Os principais componentes musculares que irão alterar o sistema respiratório são os músculos inspiratórios, responsáveis pela ventilação, os músculos expiratórios, importantes para uma tosse adequada e os músculos bulbares, cuja função é a proteção das vias aéreas<sup>4</sup>. Com o surgimento da fraqueza muscular, principalmente a diafragmática, os pacientes com ELA desenvolvem anormalidades durante o sono como frequentes microdespertares, diminuição da fase de movimento rápido dos olhos, hipoventilação e hipoxemia<sup>5</sup>. Essas desordens do sono irão preceder a insuficiência ventilatória diurna crônica<sup>6,7</sup>. Normalmente, nessa fase os pacientes relatam sintomas de hipoventilação noturna como fadiga, dispnéia, cefaléia matinal, sonolência excessiva e dificuldade de concentração<sup>6</sup>.

Uma maneira de melhorar a troca gasosa desses indivíduos é por meio da ventilação não invasiva (VNI). Pinto *et al.*<sup>8</sup> foram os primeiros a comparar a VNI com cuidados paliativos em pacientes com ELA. Após três anos de estudo, o grupo que recebeu VNI apresentou um número maior de pacientes com sobrevida do que o grupo que recebeu cuidados paliativos. Dentro do nosso conhecimento, Bourke *et al.*<sup>9</sup> realizaram, em 2006, o único ensaio clínico aleatorizado usando VNI em pacientes com ELA. Os seguintes desfechos foram avaliados: função bulbar, sintomas relacionados ao sono, qualidade de vida e tempo de vida destes indivíduos. O grupo que utilizou VNI apresentou resultados estatisticamente mais significativos do que o grupo controle. Os autores também analisaram o tempo de sobrevida tanto nos pacientes com boa função bulbar quanto os pacientes com severa disfunção bulbar. O efeito da VNI na sobrevida foi significativo apenas para os pacientes com boa função bulbar.

Não se sabe o exato momento para indicar a VNI, mas especialistas recomendam que em doenças de progressão mais rápida como a ELA deve-se iniciar o tratamento mais precoce para evitar decisões abruptas como uma traqueostomia<sup>10</sup>. Atualmente, segundo consenso e recente texto prático sobre indicação de VNI, o paciente deve apresentar sintomas clínicos de hipoventilação e pelo menos um dos seguintes achados na posição sentada: capacidade vital forçada (CVF) < 50% do valor previsto, a pressão inspiratória máxima (P<sub>l</sub>máx) < 60 cmH<sub>2</sub>O, a pressão arterial de gás carbônico (PaCO<sub>2</sub>) maior que 45 mmHg, a oximetria noturna com saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO<sub>2</sub>) < 88% por pelo menos 5 minutos consecutivos e a pressão nasal *sniff* máxima (SNIP) < 40 cmH<sub>2</sub>O<sup>10,11</sup>.

Uma forma mais recente de se analisar os volumes pulmonares é utilizando-se a pletismografia optoeletrônica (POE). Com a POE, realiza-se a análise dos volumes da parede torácica e da contribuição de cada um de seus três compartimentos (caixa torácica pulmonar, onde atuam os músculos inspiratórios e expiratórios da caixa torácica; caixa torácica abdominal, onde está posicionado o diafragma; e abdômen, onde atuam tanto o diafragma quanto os músculos abdominais expiratórios<sup>12,13</sup>). Dessa forma, pode-se utilizar a POE para inferir sobre a participação do diafragma especificamente<sup>12</sup> e observar a influência do posicionamento na performance desse músculo<sup>14</sup>.

Lo Mauro *et al.*<sup>15</sup> investigaram a contribuição dos compartimentos da parede torácica nas posições sentado e supino em pacientes com distrofia muscular de Duchenne e observaram diminuição do volume do compartimento abdominal na posição supino. D'Angelo *et al.*<sup>16</sup> estudaram pacientes com doença neuromuscular de progressão lenta e concluíram que a POE foi capaz de detectar comprometimento dos músculos respiratórios nas fases mais iniciais da doença, que pode ser útil para avaliação da função respiratória e de estratégias terapêuticas.

Dentro do nosso conhecimento não foi realizado nenhum estudo envolvendo especificamente pacientes com ELA. Assim, o objetivo principal deste estudo foi analisar o movimento e os volumes operacionais da parede torácica (caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen) nas posições supino e sentada em pacientes com ELA, assim como com e sem o uso da VNI na posição supino.

Adicionalmente, foram comparados os parâmetros da cinemática da parede torácica de pacientes com ELA aos de um grupo controle de indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade.

## MATERIAIS E MÉTODO

### Amostra

Os participantes do grupo com ELA foram indivíduos com ELA diagnosticados de acordo com os critérios estabelecidos pelo *El Escorial World Federation of Neurology*<sup>17</sup>, revistos em 1998, e sob cuidado clínico de um médico pneumologista. O *El Escorial* considera que o diagnóstico de ELA requer a presença de sinais de acometimento do neurônio motor inferior baseado no exame clínico, eletroneuromiográfico ou anatomopatológico; sinais de acometimento do neurônio motor superior mediante exame físico; e sinais ou sintomas de progressão em uma mesma região ou para outras regiões determinados pela história ou pelo exame. Além disso, considera-se a ausência de sinais eletrofisiológicos ou patológicos sugerindo outra doença que possa explicar os sinais de degeneração dos neurônios motores superiores e inferiores; e alterações em exames de neuroimagem compatíveis a outras doenças que poderiam explicar os achados clínicos ou neurogênicos da eletroneuromiografia. O grupo controle foi recrutado na comunidade. O tamanho amostral foi calculado após um estudo piloto com oito indivíduos de cada grupo. Utilizou-se um nível de significância ( $\alpha$ ) de 5% e um *power* de 80%. O cálculo foi feito em função das seguintes variáveis: percentual de contribuição da caixa torácica pulmonar, da caixa torácica abdominal e do abdômen nos pacientes com ELA nas duas condições: nas posições supino e sentado e com e sem o uso da VNI em supino. O maior número amostral necessário foi de oito pacientes.

Os critérios de inclusão para o grupo com Esclerose Lateral Amiotrófica foram: apresentar diagnóstico de ELA seguindo os critérios diagnósticos do *El Escorial*<sup>17</sup>; não apresentar escoliose ou anormalidades torácicas; não apresentar sinais clínicos de disfunção da musculatura bulbar<sup>18</sup>; não ser traqueostomizado; ser capaz de realizar os testes sem utilizar VNI.



Para o grupo controle os critérios de inclusão foram: indivíduos saudáveis pareados por idade e sexo com os participantes do grupo com ELA; índice de massa corporal (IMC) que não caracterizasse desnutrição ( $<18,5 \text{ kg/m}^2$ ) ou obesidade ( $>30 \text{ kg/m}^2$ )<sup>19</sup>; não apresentar escoliose ou anormalidades torácicas; não ser fumante; apresentar espirometria sem alterações, segundo os valores de referência de Pereira *et al.*<sup>20</sup>. O critério de exclusão para os dois grupos foi não conseguir realizar algum dos procedimentos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (ETIC 0395.0.203.000-10) e todos os participantes assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido.

### **Instrumentos de Medida**

A POE avalia volumes pulmonares e permite analisar a contribuição de três compartimentos da parede torácica (caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen) para os volumes gerados durante a respiração<sup>14,21,22,23</sup>. O instrumento consiste em um sistema de análise de movimento composto por câmeras que emitem um feixe de luz infravermelha que é refletido por marcadores<sup>24</sup> e é captado pelas câmeras. Esses marcadores são posicionados conforme protocolo pré-estabelecido, na região anterior, lateral e posterior do tórax e abdômen para aquisições na posição sentado sem apoio; e na região anterior e lateral do tórax e abdômen para aquisições na posição sentada com apoio e supino. Os marcadores são fixados com fita adesiva dupla-face. Para a obtenção do modelo tridimensional são utilizados 89 marcadores<sup>25</sup> na posição sentada ou 52 marcadores caso o indivíduo não possua controle de tronco para realizar medida sem apoio do tronco e 52 na posição supino<sup>26</sup>.

Por meio de um sistema computadorizado específico, a imagem tridimensional formada pela reflexão destes marcadores é gerada para ser analisada. O sistema fornece, com base no teorema de Gauss, medidas contínuas do volume total e dos volumes dos compartimentos da parede torácica. É considerado um método confiável<sup>27</sup>, não-invasivo, não assume qualquer pressuposto do número de graus de liberdade da parede torácica, não requer uso de bocal, clipe nasal ou qualquer dispositivo acoplado ao sujeito sob análise e apresenta um procedimento de calibração relativamente simples sem o uso de manobras respiratórias que

necessitem de cooperação<sup>28,29</sup>. É acurado para mensurar as mudanças de volume dos diferentes compartimentos respiratórios<sup>14,28</sup>. Pode ser utilizado nas posturas ortostática, sentada, supino e prono<sup>14,21,30,31</sup> e em diferentes condições, incluindo o exercício físico<sup>30,32</sup>. Por meio deste instrumento, podem ser obtidas diferentes variáveis relacionadas ao volume corrente e à contribuição dos compartimentos da parede torácica para o mesmo, além de outras variáveis de tempo do padrão respiratório<sup>22,33</sup>. Adicionalmente, por meio da utilização de um software de processamento de sinais, como o MATLAB®, é possível analisar variáveis complementares utilizadas para avaliar o movimento toracoabdominal. No presente estudo, a POE foi utilizada para operacionalizar as variáveis primárias do estudo nas posições sentado e supino.

Medidas de SpO<sub>2</sub> e frequência cardíaca (FC) foram realizadas continuamente durante a coleta de dados por meio de um oxímetro de pulso (Yellow Datex-Ohmeda TuffSat®, GE Healthcare, Finland).

### **Variáveis estudadas**

As seguintes variáveis primárias foram analisadas: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente (VC<sub>ctp</sub>%), da caixa torácica abdominal para o volume corrente (VC<sub>cta</sub>%), do abdômen para o volume corrente (VC<sub>ab</sub>%), volume inspiratório final da parede torácica (Vif<sub>pt</sub>) e volume expiratório final da parede torácica (Vef<sub>pt</sub>). As variáveis secundárias analisadas foram: frequência respiratória (FR), ventilação minuto (VE), relação entre o tempo inspiratório e o tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot), ângulo de fase (PhAng), relação de fase inspiratória (PhRIB) e relação de fase expiratória (PhREB).

### **Procedimentos**

A coleta de dados foi realizada em dois dias, com um intervalo máximo de duas semanas entre os dois dias de avaliação. No primeiro dia, os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial para a identificação, caracterização e verificação dos critérios de inclusão e de exclusão. Foram realizadas medidas de altura, massa corporal (Filizola Indústria Ltda, São Paulo, SP, Brasil), pressão arterial

(esfigmomanômetro *BD, Becton, Dickinson and Company; Franklin Lakes; USA* e estetoscópio *LittmannClassic II, 3M Center, St. Paul-MN, USA*), SpO<sub>2</sub> (*Yellow Datex-Ohmeda TuffSat®, GE Healthcare, Finland*), FC, frequência respiratória (FR), *sniff* teste (manovacuômetro digital, *NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil*), pico de fluxo expiratório (PFE) e pico de fluxo da tosse (PFT) (*Asmaplan+, Vitalograph, Ennis, Ireland*), além da espirometria na posição sentada em ambos os grupos (*Pony FX, Cosmed srl, Rome, Italy* compatível com o *software PFT Suite, Cosmed srl, Rome, Italy*). No grupo com ELA foram realizados adicionalmente: teste de capacidade de insuflação máxima (CIM) para classificação quanto a presença ou não de disfunção da musculatura bulbar, espirometria em supino e aplicação dos questionários *Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale- Revised* (ALSFRS-R/BR, com escores variando de 0 a 48, onde quanto menor o escore, pior a funcionalidade) e *Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire* (ALSAQ-40/BR, com escores variando de 0 a 100, onde quanto maior o escore, pior a qualidade de vida) para avaliar o grau de incapacidade e a qualidade de vida, respectivamente.

No segundo dia, foi realizado o registro da cinemática da parede torácica nas posições sentada e supino. Inicialmente, foi solicitado ao indivíduo sentar-se em um banco padronizado, sem apoio para o tronco e com os membros superiores em abdução de ombros, apoiados de maneira confortável e com apoio em uma haste lateral, para uma visualização adequada dos marcadores laterais. A altura do apoio para membro superior foi ajustada para a altura do indivíduo. Quando o indivíduo não possuía controle de tronco, foi realizado registro sentado com apoio em cadeira de rodas. Posteriormente, realizou-se o registro da cinemática da parede torácica na posição supino. Foi solicitado ao indivíduo deitar-se em uma maca. Essa maca estava em posição neutra (0°). O registro foi feito durante respiração espontânea nos dois grupos. Nos participantes do grupo com ELA, foi realizado também um registro com VNI (*Trilogy 100, Respironics, Murrysville, USA*) e uso de máscara nasal (*Easy Life, Respironics, Murrysville, USA*) ou facial (*Spectrum, Respironics, Murrysville, USA*) em função da melhor adaptação do participante. Utilizou-se modo pressórico *spontaneous /timed* com os seguintes ajustes: pressão inspiratória 14 cmH<sub>2</sub>O e expiratória de 7 cmH<sub>2</sub>O<sup>6</sup>, *back up* frequência respiratória de 14 irpm e tempo inspiratório de 1,0 s. O tempo de registro foi de cinco minutos na posição

sentada, cinco minutos na posição supino sem VNI e cinco minutos na posição supino com VNI. Houve monitoramento da SpO<sub>2</sub>, FC e FR durante os registros.

### **Análise estatística**

Os dados foram expressos em medidas de tendência central e de dispersão. A normalidade dos dados foi testada por meio do teste *Shapiro Wilk*. Para a comparação dos dados do grupo com ELA e do grupo controle (dados antropométricos e dados da cinemática na posição supino sem VNI e sentada) foi utilizado teste t de *Student* para amostras independentes ou *Mann-Whitney U*, em função da distribuição normal ou diferente de normal. Para a comparação intragrupo (sentado e supino) e no grupo com ELA (supino com e sem VNI) foi utilizado teste t de *Student* pareado ou *Wilcoxon*, em função da distribuição normal ou diferente da normal. Os dados foram analisados a partir do pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 15.0, *Illinois, USA*).

## **RESULTADOS**

A figura 1 apresenta o fluxograma com a composição da amostra. Inicialmente, 17 pacientes com ELA foram elegíveis. Participaram de todo o protocolo 10 pacientes, garantindo um conforto amostral e 10 indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade. Seis pacientes com ELA relataram presença de sintomas de hipoventilação noturna e dois indivíduos já utilizavam VNI no período noturno. A coleta de dados ocorreu entre abril de 2011 e outubro de 2011. Somente um paciente com ELA realizou a medida na posição sentada com apoio.

*Inserir fluxograma*

A tabela 1 apresenta os dados demográficos, antropométricos, espirométricos, do *sniff* teste, do PFT e do PFE do grupo com ELA e do grupo controle e dados dos questionários de funcionalidade e qualidade de vida para o grupo com ELA. Não houve diferença significativa entre os dois grupos nas seguintes variáveis: idade, IMC, FC e razão entre volume expiratório forçado no primeiro minuto (VEF<sub>1</sub>) e capacidade vital forçada (CVF) na posição sentada. Em relação à FR foi observado

valor significativamente maior no grupo de pacientes com ELA em relação ao grupo controle. As variáveis  $SpO_2$ , CVF na posição sentada,  $VEF_1$  na posição sentada, sniff teste PFE e PFT apresentaram valores significativamente menores no grupo de pacientes com ELA quando comparado ao grupo controle. Nas demais variáveis não houve diferença significativa.

*Inserir tabela 1*

A tabela 2 mostra o percentual de contribuição de cada compartimento da parede torácica, a frequência respiratória e a relação entre o tempo inspiratório e o tempo total nas posições sentada e supino dos grupos com ELA e controle. Em ambos os grupos houve diminuição significativa da  $VC_{ctp}\%$  e  $VC_{cta}\%$  e aumento significativo da  $VC_{ab}\%$  na posição supino quando comparada à posição sentada. Na comparação entre os grupos, os principais resultados encontrados foram: valores significativamente maiores da  $VC_{cta}\%$  e menores da  $VC_{ab}\%$  na posição supino no grupo de pacientes com ELA quando comparado ao grupo controle.

*Inserir tabela 2*

A tabela 3 mostra o volume da parede torácica, o percentual de contribuição de cada compartimento da parede torácica, o volume inspiratório e expiratório final da parede torácica, a frequência respiratória, a ventilação minuto e a relação entre o tempo inspiratório e o tempo total na posição supino com e sem VNI. Os principais resultados encontrados foram: aumento significativo do  $VC_{pt}$ ,  $Vif_{pt}$ ,  $Vef_{pt}$  e VE com o uso da VNI.

*Inserir tabela 3*

A tabela 4 mostra as variáveis de assincronia na posição supino com e sem VNI do grupo com ELA. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre as variáveis analisadas.

*Inserir tabela 4*

## DISCUSSÃO

Os principais resultados encontrados neste estudo foram: 1) diminuição significativa da contribuição dos compartimentos da caixa torácica e aumento significativo da contribuição do compartimento abdominal na posição supino em comparação com a posição sentada tanto no grupo com ELA quanto no grupo controle; 2) menor porcentagem de contribuição do compartimento abdominal na posição supino no grupo com ELA quando comparado ao grupo controle ( $p=0,049$ ); 3) a VNI promoveu aumento significativo no volume corrente da parede torácica ( $p=0,025$ ), aumento significativo do volume inspiratório final da parede torácica ( $p=0,008$ ) e do volume expiratório final da parede torácica ( $p=0,019$ ); 4) ausência de diferença significativa no percentual de contribuição de cada compartimento entre a posição supino com e sem VNI do grupo com ELA.

Neste estudo, foi observado que tanto nos pacientes com ELA quanto nos indivíduos controle, o percentual de contribuição da caixa torácica (pulmonar e abdominal) foi maior na posição sentada do que na posição supino e a contribuição do compartimento abdominal foi menor na posição sentada do que na posição supino. Esses resultados concordam com os apresentados em estudos prévios utilizando diferentes instrumentos de medida. A posição influenciou significativamente a cinemática da parede torácica tanto em indivíduos saudáveis quanto em indivíduos com doença neuromuscular<sup>15,16,26,34,35</sup>.

Recentemente, Romei *et al.*<sup>26</sup> investigaram o efeito da postura no movimento toracoabdominal por meio da POE e observaram comportamento similar ao descrito anteriormente. O aumento da contribuição abdominal na posição supino pode ser explicado pelas propriedades elásticas dos compartimentos de caixa torácica e abdômen. Segundo Agostoni e Rahn<sup>36</sup> durante o repouso, na posição sentada, o abdômen possui uma complacência próxima à da caixa torácica, enquanto na posição supino somente o abdômen altera essas propriedades elásticas, aumentando a complacência. Barnas *et al.*<sup>37</sup> investigaram se a postura teria efeito no sistema respiratório em indivíduos saudáveis. Dividiram a parede torácica em dois compartimentos: caixa torácica e diafragma-abdômen. Eles relataram que, quando o

indivíduo está sentado, o peso do conteúdo abdominal distende a parede abdominal, aumentando a elastância da parede do abdômen e do compartimento diafragma-abdômen. Proporcionalmente, na posição supino a elastância é muito menor.

Os achados de que somente na posição supino houve uma menor contribuição do compartimento abdominal no grupo com ELA quando comparado ao grupo controle, corroboram os do estudo de Lo Mauro *et al.*<sup>15</sup> realizado com pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne. Em pacientes com doença neuromuscular, a disfunção diafragmática é observada inicialmente na posição supino. Sendo o diafragma o principal responsável pelo volume corrente, somente nesta posição se observará sinais precoces de deficiência diafragmática<sup>15</sup>. Já está bem estabelecido que a espirometria é uma avaliação que se torna mais sensível para detectar a disfunção diafragmática em indivíduos com ELA quando realizada, além da posição sentada, em supino<sup>38,39</sup>. Lechtzin *et al.*<sup>38</sup> investigaram em 29 pacientes com ELA qual teste de função pulmonar seria o melhor preditor de fraqueza diafragmática nesses indivíduos. Este autores mediram CVF sentada, CVF supino, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) sentado, VEF<sub>1</sub> supino, PImáx, pressão expiratória máxima e PaCO<sub>2</sub> e concluíram que, dentre esses testes, a CVF supino < 75% do predito foi 100% sensível e específico para prever uma fraqueza do diafragma.

Um achado inesperado do estudo foi um maior percentual de contribuição da caixa torácica abdominal na posição supino dos pacientes com ELA em comparação aos indivíduos saudáveis. Dentro do nosso conhecimento, nenhum estudo envolvendo pacientes com doença neuromuscular apresentou dados relativos a este compartimento de maneira distinta. Todos os autores apresentaram dados da caixa torácica (pulmonar e abdominal) como um compartimento único<sup>15,16</sup>. Lo Mauro *et al.*<sup>15</sup> encontraram um aumento progressivo do percentual de contribuição da caixa torácica em pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne em supino com o aumento da gravidade da doença. Por outro lado, D'Angelo *et al.*<sup>16</sup> encontraram somente uma tendência de maior contribuição da caixa torácica em pacientes com doenças neuromusculares de progressão lenta cadeirantes em comparação com deambulantes.

Os resultados deste estudo demonstraram uma tendência de maior contribuição da caixa torácica na posição supino no grupo com ELA em relação ao grupo controle ( $p=0,054$ ). Uma maior contribuição da caixa torácica pode significar um maior recrutamento de músculos inspiratórios<sup>12,13</sup>. Considerando que a maioria dos pacientes avaliados no presente estudo apresentavam ainda um certo grau de independência funcional (nove não cadeirantes e nove com a diferença CVF supino para CVF sentado não superior a 30%<sup>38</sup>), o comprometimento do diafragma nestes poderia ser considerado como inicial. Assim, a possibilidade de detecção precoce de mudança significativa do percentual de contribuição do compartimento abdominal nos pacientes com ELA, por meio da POE pode significar uma alternativa na avaliação destes pacientes.

Os pacientes com ELA apresentaram uma FR maior na posição sentada quando comparados ao grupo controle, o que pode ser facilmente explicado pelo caráter restritivo desta condição de saúde. Em relação ao  $Ti/Ttot$ , não foram observadas diferenças significativas tanto nas comparações intragrupos (posição) como no intergrupo (uso da VNI). Em nenhum dos estudos publicados sobre o padrão respiratório em pacientes com doença neuromuscular<sup>15,16</sup> ou em indivíduos saudáveis em diferentes posições<sup>26</sup> esta variável foi descrita, limitando a nossa discussão.

Vários estudos demonstraram a importância do uso da VNI em pacientes com ELA. Sancho *et al.*<sup>40</sup> demonstraram recentemente que a VNI prolonga a sobrevida desses indivíduos. Eles acompanharam durante quatro anos 61 pacientes que utilizavam VNI. Concluíram que, enquanto não há um comprometimento severo da função bulbar, a VNI auxilia a prolongar a sobrevida dos pacientes com ELA. Bourke *et al.*<sup>9</sup> e Pinto *et al.*<sup>8</sup> compararam grupo que recebia cuidados básicos como tratamento com grupo que recebia VNI e ambos verificaram que a VNI obteve maior sobrevida desses pacientes do que os cuidados básicos. Em nenhum desses estudos a POE foi utilizada.

No presente estudo, a resposta a curto prazo do uso de VNI promoveu um aumento significativo do volume corrente da parede torácica, do volume inspiratório final, do volume expiratório final e da ventilação minuto nos pacientes com ELA. A VNI



otimiza a ventilação alveolar de indivíduos com distúrbio ventilatório restritivo<sup>6,41</sup>. O aumento do volume corrente e da ventilação minuto já foi descrito na literatura relativa a pacientes com doença neuromuscular<sup>41</sup>.

No entanto, o presente estudo parece pioneiro em demonstrar o aumento do volume expiratório final, que pode contribuir para a manutenção da patência das vias aéreas periféricas e conseqüentemente para uma hematose mais adequada. Além disto, não houve diferença significativa nos percentuais de contribuição de cada um dos três compartimentos da parede torácica quando a VNI foi implementada. Estes dados indicam que não houve mudança que pudesse ser traduzida como ganho nem como perda na relação ventilação/perfusão.

Em relação à FR e ao  $Ti/T_{tot}$ , não foram observadas diferenças significativas com o uso da VNI. Sabendo-se que foi utilizado o modo *spontaneous/timed*, com uma freqüência de *back-up* de 14 irpm, os pacientes mantiveram o controle sobre a freqüência e o ritmo respiratório.

Os valores observados nas variáveis relacionadas à assincronia parecem similares aos observados em indivíduos saudáveis disponíveis, operacionalizados de forma um pouco diferenciada, pois a análise do movimento toracoabdominal contemplou somente dois compartimentos<sup>42</sup>. No entanto, talvez o aspecto mais interessante destes dados seja que o uso da VNI não provocou aumento significativo da assincronia, indicando uma boa adaptação dos pacientes.

Uma das limitações do presente estudo, foi não ter havido um período maior de adaptação do paciente com ELA para a realização da VNI. É possível que um período maior de ventilação prévia influencie os resultados. Porém, não se observou nenhuma diferença significativa nas variáveis de assincronia.

Concluindo, os resultados deste estudo sugerem que a pletismografia optoeletrônica mostrou-se um instrumento capaz de identificar uma diminuição importante do movimento do diafragma nos indivíduos com ELA e a VNI possibilitou um aumento significativo dos volumes corrente, inspiratório final e expiratório final, sem mudança na contribuição dos três compartimentos da parede torácica.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

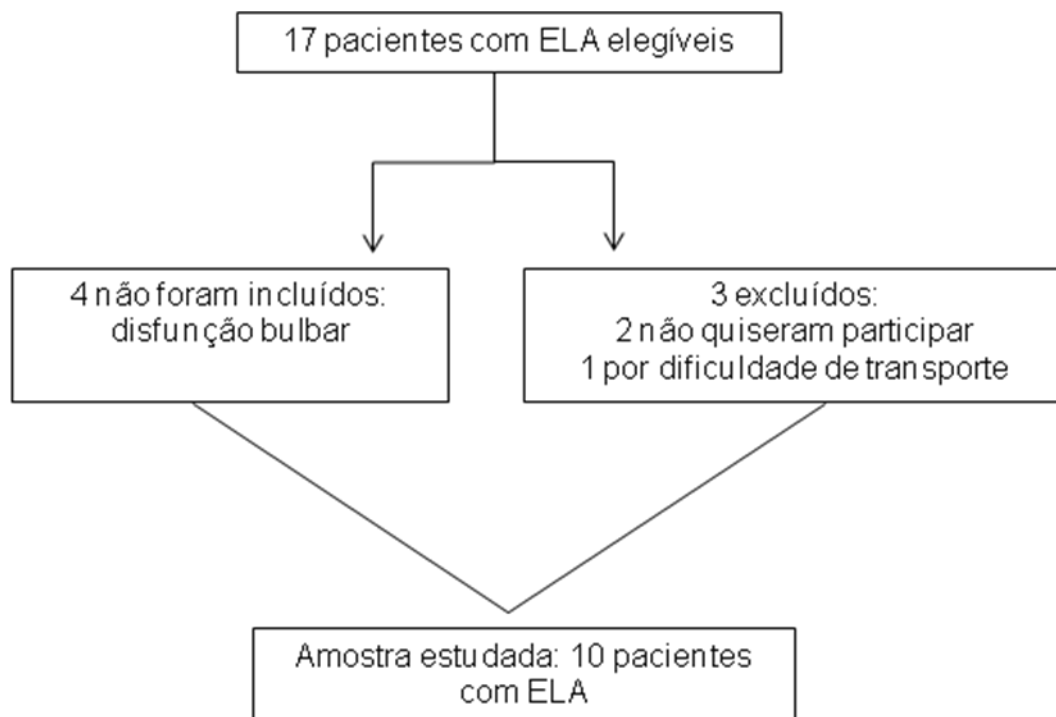
1. CHIEIA, M. A. *et al.* Amyotrophic lateral sclerosis: considerations on diagnostic criteria. **Arq Neuropsiquiatr.**, 68, n. 6, p. 837-842, 2010.
2. ROWLAND, L. P.; SHNEIDER, N. A. Amyotrophic lateral sclerosis. **N.Engl.J.Med.**, 344, n. 22, p. 1688-1700, 2001.
3. KAPLAN, L. M.; HOLLANDER, D. Respiratory dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. **Clin.Chest Med.**, 15, n. 4, p. 675-681, 1994.
4. HILL, N. S. Neuromuscular disease in respiratory and critical care medicine. **Respir.Care**, 51, n. 9, p. 1065-1071, 2006.
5. BOURKE, S. C.; GIBSON, G. J. Sleep and breathing in neuromuscular disease. **Eur.Respir.J.**, 19, n. 6, p. 1194-1201, 2002.
6. MEHTA, S.; HILL, N. S. Noninvasive ventilation. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 163, n. 2, p. 540-577, 2001.
7. LECHTZIN, N. Respiratory effects of amyotrophic lateral sclerosis: problems and solutions. **Respir.Care**, 51, n. 8, p. 871-881, 2006.
8. PINTO, A. C. *et al.* Respiratory assistance with a non-invasive ventilator (Bipap) in MND/ALS patients: survival rates in a controlled trial. **J.Neurol.Sci.**, 129 Suppl, n. 19-26, 1995.
9. BOURKE, S. C. *et al.* Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. **Lancet Neurol.**, 5, n. 2, p. 140-147, 2006.
10. A CONSENSUS CONFERENCE REPORT Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. **Chest**, 116, n. 2, p. 521-534, 1999.
11. MILLER, R. G. *et al.* Practice parameter update: The care of the patient with amyotrophic lateral sclerosis: drug, nutritional, and respiratory therapies (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. **Neurology**, 73, n. 15, p. 1218-1226, 2009.

12. ALIVERTI, A. *et al.* Human respiratory muscle actions and control during exercise. **J.Appl.Physiol**, 83, n. 4, p. 1256-1269, 1997.
13. KENYON, C. M. *et al.* Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. **J.Appl.Physiol**, 83, n. 4, p. 1242-1255, 1997.
14. ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann.Biomed.Eng**, 29, n. 1, p. 60-70, 2001.
15. LO MAURO A. *et al.* Abdominal volume contribution to tidal volume as an early indicator of respiratory impairment in Duchenne muscular dystrophy. **Eur.Respir.J.**, 35, n. 5, p. 1118-1125, 2010.
16. D'ANGELO, M. G. *et al.* Respiratory pattern in an adult population of dystrophic patients. **J.Neurol.Sci.**, 306, n. 1-2, p. 54-61, 2011.
17. BROOKS, B. R. *et al.* El Escorial revisited: revised criteria for the diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis. **Amyotroph.Lateral.Scler.Other Motor Neuron Disord.**, 1, n. 5, p. 293-299, 2000.
18. KANG, S. W.; BACH, J. R. Maximum insufflation capacity. **Chest**, 118, n. 1, p. 61-65, 2000.
19. Global database on body mass index: an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition, 2010.
20. PEREIRA, C. A. *et al.* New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J.Bras.Pneumol.**, 33, n. 4, p. 397-406, 2007.
21. CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J.Appl.Physiol**, 81, n. 6, p. 2680-2689, 1996.
22. BIANCHI, R. *et al.* Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. **Respir.Med.**, 101, n. 7, p. 1412-1418, 2007.
23. BIANCHI, R. *et al.* Chest wall kinematics and breathlessness during pursed-lip breathing in patients with COPD. **Chest**, 125, n. 2, p. 459-465, 2004.

24. ROMAGNOLI, I. *et al.* Optoelectronic plethysmography has improves our knowledge of respiratory physiology and pathophysiology. **Sensors**, 8, n. 7951-7972, 2008.
25. GORINI, M. *et al.* Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 160, n. 3, p. 808-816, 1999.
26. ROMEI, M. *et al.* Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respir.Physiol Neurobiol.**, 172, n. 3, p. 184-191, 2010.
27. VIEIRA, D. S. R. **Estratégias de aumento da tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.** Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. [tese de doutorado]
28. ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch.Chest Dis.**, 59, n. 1, p. 12-16, 2003.
29. ALIVERTI, A. Opto-electronic plethysmography: new findings in chronic obstructive pulmonary disease. **Internacional Journal of Respiratory Care**, 4, n. 2, p. 45-50, 2008.
30. VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, 60, n. 9, p. 723-729, 2005.
31. ALIVERTI, A. *et al.* Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 161, n. 5, p. 1546-1552, 2000.
32. ALIVERTI, A. *et al.* Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, 59, n. 3, p. 210-216, 2004.
33. ALIVERTI, A. *et al.* Effect of salbutamol on lung function and chest wall volumes at rest and during exercise in COPD. **Thorax**, 60, n. 11, p. 916-924, 2005.
34. KONNO, K.; MEAD, J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. **J.Appl.Physiol**, 22, n. 3, p. 407-422, 1967.
35. VERSCHAKELEN, J. A.; DEMEDTS, M. G. Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. **Am.J.Respir.Crit Care Med.**, 151, n. 2 Pt 1, p. 399-405, 1995.

36. AGOSTONI, E.; RAHN, H. Abdominal and thoracic pressures at different lung volumes. **J.Appl.Physiol**, 15, n. 1087-1092, 1960.
37. BARNAS, G. M. *et al.* Effect of posture on lung and regional chest wall mechanics. **Anesthesiology**, 78, n. 2, p. 251-259, 1993.
38. LECHTZIN, N. *et al.* Spirometry in the supine position improves the detection of diaphragmatic weakness in patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Chest**, 121, n. 2, p. 436-442, 2002.
39. VARRATO, J. *et al.* Postural change of forced vital capacity predicts some respiratory symptoms in ALS. **Neurology**, 57, n. 2, p. 357-359, 2001.
40. SANCHO, J. *et al.* Prolonging survival in amyotrophic lateral sclerosis: efficacy of noninvasive ventilation and uncuffed tracheostomy tubes. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, 89, n. 5, p. 407-411, 2010.
41. WARD, S. *et al.* Randomised controlled trial of non-invasive ventilation (NIV) for nocturnal hypoventilation in neuromuscular and chest wall disease patients with daytime normocapnia. **Thorax**, 60, n. 12, p. 1019-1024, 2005.
42. PARREIRA, V. F. *et al.* Breathing pattern and thoracoabdominal motion in healthy individuals: influence of age and sex. **Rev.Bras.Fisioter.**, 14, n. 5, p. 411-416, 2010.

**Figura 1:** Fluxograma da amostra de pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) avaliados no estudo.



**Tabela 1:** Dados demográficos, antropométricos, de função pulmonar, funcionalidade e qualidade de vida dos 10 pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica e dos 10 indivíduos do grupo controle.

VARIÁVEIS	Indivíduos com ELA	Grupo Controle	Valor p
<b>Sexo</b>	5 mulheres:5 homens	5 mulheres:5 homens	-
<b>Idade (anos)</b>	54 ± 13	53 ± 14	0,936
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21 ± 4	24 ± 2	0,092
<b>FC (bpm)</b>	80 ± 21	64 ± 13	0,065
<b>FR (irpm)</b>	20 ± 4	15 ± 3	0,010*
<b>SpO<sub>2</sub> (%)</b>	96 ± 2	97 ± 1	0,047*
<b>CVFsent (%previsto)</b>	56 ± 17	96 ± 10	0,001*
<b>CVFsup (%previsto)</b>	55 ± 22	-	-
<b>≠CVFsent e sup(%)</b>	2±24	-	-
<b>VEF<sub>1</sub>sent (%previsto)</b>	58 ± 17	97 ± 12	0,001*
<b>VEF<sub>1</sub>/CVFsent(%)</b>	84 ± 9	81 ± 5	0,337
<b>CIM (%previsto)</b>	62 ± 13	-	-
<b>SNIP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	43 ± 25	75 ± 12	0,003*
<b>PFT (l/min)</b>	246 ± 113	467 ± 142	0,001*
<b>PFE (l/min)</b>	258 ± 86	457 ± 145	0,002*
<b>ALSFRS-R/BR (0-48)</b>	32 ± 8	-	-
<b>ALSAQ-40/BR(0-100)</b>	48 ± 16	-	-

Dados apresentados como média e desvio padrão. IMC: índice de massa corporal, PA: pressão arterial, FC: frequência cardíaca, FR: frequência respiratória, SpO<sub>2</sub> : saturação periférica da hemoglobina em oxigênio, CVFsent: capacidade vital forçada na posição sentada, CVFsup: capacidade vital forçada na posição supino, ≠CVFsent e sup: diferença entre CVFsent e CVFsup, VEF<sub>1</sub>sen: volume expiratório forçado no primeiro segundo na posição sentada, VEF<sub>1</sub>/CVFsent: razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada na posição sentada, CIM: capacidade de insuflação máxima, SNIP: pressão nasal *sniff* máxima, PFT: pico de fluxo da tosse, PFE: pico de fluxo expiratório, ALSFRS-R/BR: *Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale- Revised*, ALSAQ-40/BR: *Amyotrophic Lateral Sclerosis Assessment Questionnaire*. Foi utilizado teste t de *Student* para grupos independentes ou *Mann-Whitney U* (FR e FC) conforme a distribuição dos dados. \* refere-se à diferença estatisticamente significativa (p<0,05).

**Tabela 2:** Porcentagem de contribuição de cada compartimento da parede torácica nas posições sentado e supino, frequência respiratória (FR) e relação entre tempo inspiratório e expiratório (Ti/Ttot) do grupo de 10 pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) e 10 do grupo controle (GC).

VARIÁVEIS	ELA			GC		
	Sentado	Supino	≠ELA	Sentado	Supino	≠GC
<b>VC<sub>ctp</sub>%</b>	39 ± 19	29 ± 15§	↓26%	42 ± 7	22 ± 9§	
<b>VC<sub>cta</sub>%</b>	20 ± 9	13 ± 5*§	↓35%	20 ± 5	8 ± 2§	↓60%
<b>VC<sub>ab</sub>%</b>	41 ± 15	58 ± 15*§	↑41%	38 ± 9	70 ± 10§	↑84%
<b>FR (irpm)</b>	20 ± 4†	19 ± 9§	↓5%	15 ± 3	15 ± 3	-
<b>Ti/Ttot</b>	0,39 ± 0,04	0,38 ± 0,03	↓2,5%	0,40 ± 0,03	0,40 ± 0,04	-

Dados apresentados como média e desvio padrão. VC<sub>ctp</sub>%: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente, VC<sub>cta</sub>%: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente, VC<sub>ab</sub>%: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente e ≠: percentual de mudança. Foram utilizados os testes t de *Student* para grupos independentes ou teste *Mann-Whitney U* (FR) e t de *Student* pareado ou Wilcoxon (FR) conforme distribuição dos dados. \*: p<0,05 no grupo com ELA *versus* grupo controle (supino), §: p<0,05 sentado *versus* supino (intragrupo) e †: p<0,05 no grupo com ELA *versus* grupo controle (sentado).



**Tabela 3:** Variáveis referentes à mudança de volume de cada compartimento da parede torácica, frequência respiratória (FR) e relação entre tempo inspiratório e expiratório (Ti/Ttot) nos pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica na posição supino, com e sem ventilação não invasiva (VNI).

VARIÁVEIS	Supino sem VNI	Supino com VNI	Valor p
<b>VC<sub>pt</sub> (L)</b>	0,42 ± 0,16	0,55 ± 0,19	0,025*
<b>VC<sub>ctp</sub> %</b>	29 ± 15	32 ± 15	0,572
<b>VC<sub>cta</sub> %</b>	13 ± 5	11 ± 6	0,180
<b>VC<sub>ab</sub> %</b>	58 ± 15	57 ± 18	0,830
<b>Vif<sub>pt</sub> (L)</b>	18,91 ± 4	19,38 ± 3,88	0,008*
<b>Vef<sub>pt</sub> (L)</b>	18,49 ± 4,03	18,83 ± 3,99	0,019*
<b>FR (irpm)</b>	19 ± 9	21 ± 11	0,212
<b>VE (L/min)</b>	6,92 ± 2,47	10,72 ± 4,02	0,013*
<b>Ti/Ttot</b>	0,38 ± 0,03	0,39 ± 7,72	0,697

Dados apresentados como média e desvio padrão. VC<sub>pt</sub>: volume corrente da parede torácica, VC<sub>ctp</sub> %: percentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente, VC<sub>cta</sub> %: percentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente, VC<sub>ab</sub> %: percentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente, Vif<sub>pt</sub>: volume inspiratório final da parede torácica, Vef<sub>pt</sub>: volume expiratório final da parede torácica, VE: volume minuto. Foram utilizados os testes t de *Student* pareado ou Wilcoxon (FR) conforme distribuição dos dados: \*: P<0,05 no grupo com ELA sem VNI versus grupo com ELA com VNI.

**Tabela 4:** Variáveis de assincronia em supino com e sem o uso da VNI nos pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica.

VARIÁVEIS	Supino sem VNI	Supino com VNI
<b>PhAng<sub>ctp x cta</sub></b>	13 ± 9	11 ± 9
<b>PhAng<sub>ab x cta</sub></b>	12 ± 15	11 ± 7
<b>PhRIB<sub>ctp x cta</sub></b>	14 ± 13	10 ± 6
<b>PhRIB<sub>ab x cta</sub></b>	12 ± 11	11 ± 6
<b>PhREB<sub>ctp x cta</sub></b>	17 ± 13	12 ± 7
<b>PhREB<sub>ab x cta</sub></b>	12 ± 9	11 ± 9

Dados apresentados como média e desvio padrão. PhAng<sub>ctp x cta</sub>: ângulo de fase entre caixa torácica pulmonar e caixa torácica abdominal, PhAng<sub>ab x cta</sub>: ângulo de fase entre abdômen e caixa torácica abdominal, PhRIB<sub>ctp x cta</sub>: relação de fase inspiratória entre caixa torácica pulmonar e caixa torácica abdominal, PhRIB<sub>ab x cta</sub>: relação de fase inspiratória entre abdômen e caixa torácica abdominal, PhREB<sub>ctp x cta</sub>: relação de fase expiratória entre caixa torácica pulmonar e caixa torácica abdominal, PhREB<sub>ab x cta</sub>: relação de fase expiratória entre abdômen e caixa torácica abdominal.

## **CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UFMG, na linha de pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. Foram analisados o movimento toracoabdominal e os volumes operacionais da parede torácica nas posições supino e sentada em pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica, assim como com e sem o uso da ventilação não invasiva. Um grupo de indivíduos saudáveis pareados por sexo e idade compôs o grupo controle. Dessa forma, sob as perspectivas da Classificação Internacional de Funcionalidade e Incapacidade, o objeto deste estudo encontra-se no domínio de estrutura e função do corpo, representados pelos músculos respiratórios e suas funções.

Os resultados do presente estudo sugerem que a pletismografia optoeletrônica mostrou-se um instrumento capaz de identificar uma diminuição importante do movimento do diafragma nos indivíduos com ELA em relação ao grupo controle e que a VNI possibilitou um aumento significativo dos volumes corrente, inspiratório final e expiratório final, sem mudança na contribuição dos três compartimentos da parede torácica.

É possível que o uso da pletismografia optoeletrônica na análise compartimental do padrão respiratório de pacientes com doença neuromuscular signifique um avanço na detecção precoce da disfunção diafragmática.

Uma perspectiva de estudos futuros seria a análise de correlação entre os dados da pletismografia optoeletrônica e parâmetros operacionalizados por outros instrumentos de medida utilizados atualmente na avaliação da função respiratória, tendo em vista o início da ventilação não invasiva.

## APÊNDICES E ANEXOS

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Obrigada pelo seu interesse em participar do estudo “**Análise Cinemática dos Compartimentos da Parede Torácica nas Posições Supino e Sentado de Pacientes com Doença Neuromuscular**”.

#### **Justificativa e Objetivo:**

Esta é uma pesquisa de grande importância para os indivíduos com doenças neuromusculares, pois tem como objetivo investigar as possíveis alterações que ocorrem no padrão respiratório nas posições sentada e supino desses indivíduos. Pouco se sabe sobre as medidas dos compartimentos da parede torácica e esse estudo pode possibilitar o início de uma futura intervenção.

#### **Responsáveis:**

- 1) Profa Dra. Verônica Franco Parreira do Departamento de Fisioterapia/ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- 2) Cristiana Mendonça Magalhães, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pela UFMG.

#### **Procedimentos:**

Todos os testes serão realizados, em um único dia, no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que fica localizado no Campus da Pampulha.

Primeiro, será realizada uma entrevista onde o(a) Sr(a) responderá sobre sua idade, história de saúde e será medido a sua altura e peso para a realização do cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC) ou, se não for possível permanecer em pé para essas medidas, será utilizado um aparelho para avaliar a sua composição corporal. Esta medida é totalmente indolor e não causa nenhum incômodo. Depois, será solicitado ao(a) Sr(a) que faça respirações rápidas para a medida de volumes e capacidades dos pulmões.

Posteriormente, você será convidado a permanecer sentado em um banco sem encosto e com os braços elevados e apoiados em um primeiro momento e depois permanecer deitado em uma maca. Você será filmado por 6 (seis) câmeras e serão colocadas várias bolinhas reflexiva em seu tronco. Essas marcas somente refletem a luz emitida pelas câmeras e não provocam dor. Um dos examinadores irá orientar a maneira como você deverá permanecer sentado e deitado. Após cada instrução, você permanecerá parado durante alguns minutos e as

medidas serão registradas duas vezes em cada posição. Será dado um tempo para que você possa descansar entre cada uma das repetições.

**Riscos e desconfortos:**

Os riscos são mínimos uma vez que os critérios para sua entrada no estudo foram bem determinados e pelo fato do(a) Sr.(a) ter sido avaliado(a) e encaminhado(a) pelo pneumologista responsável. O que eventualmente pode ocorrer durante os testes é cansaço. Em qualquer situação como citada anteriormente, ou se o(a) Sr(a) perceber qualquer sintoma diferente do habitual, o teste será imediatamente interrompido e serão tomadas as providências necessárias.

**Benefícios:**

Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa melhor compreensão de como o padrão respiratório nessas posições é realizado em indivíduos com doença neuromuscular. A partir daí poderemos elaborar estratégias mais adequadas de tratamento para pessoas com doença neuromuscular.

**Forma de acompanhamento e assistência:**

Os testes propostos serão realizados pela mestrandia Cristiana Mendonça Magalhães no Laboratório da Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório.

**Garantia de esclarecimento e sigilo:**

Em qualquer momento da pesquisa o(a) Sr.(a) tem o direito de receber informações a respeito da pesquisa e dos testes que serão utilizados.

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

**Direito de recusa:**

Como voluntário, o(a) Sr.(a) 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. As despesas com o seu deslocamento serão de responsabilidade das pesquisadoras.

## **DECLARAÇÃO E ASSINATURA**

Eu li e entendi toda a informação passada sobre o estudo, sendo os objetivos e procedimentos satisfatoriamente explicados. Eu tive tempo suficiente para considerar a informação acima e tive oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora ou mais tarde discutir qualquer dúvida que eu venha a ter sobre a pesquisa com:

- Dra. Verônica Franco Parreira  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional –  
Departamento de Fisioterapia – UFMG. Telefone: 99750523
  
- Cristiana Mendonça Magalhães  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional –  
UFMG Telefone: 3225-4365
  
- COEP (Comitê de Ética em Pesquisa) – UFMG (Universidade Federal  
de Minas Gerais)  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Unidade Administrativa II, 2º Andar, sala 2005.  
Tel.: 3409-4592

Assinando este termo de consentimento, estou indicando que concordo em participar deste estudo

---

Assinatura do voluntário

---

Data

## **DECLARAÇÃO DO INVESTIGADOR**

Eu, ou um dos meus colegas, cuidadosamente explicamos ao participante a natureza do estudo descrito anteriormente. Eu certifico que, salvo melhor juízo, o participante entendeu claramente a natureza, benefícios e riscos envolvidos com este estudo.

---

Assinatura do investigador

---

Data

Belo Horizonte, \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

## APÊNDICE B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – GRUPO CONTROLE

Obrigada pelo seu interesse em participar do estudo “**Análise Cinemática dos Compartimentos da Parede Torácica nas Posições Supino e Sentado de Pacientes com Doença Neuromuscular**”.

#### **Justificativa e Objetivo:**

Esta é uma pesquisa de grande importância para os doentes neuromusculares pois tem como objetivo investigar as possíveis alterações que ocorrem no padrão respiratório nas posições sentada e supino desses indivíduos. Pouco se sabe sobre as medidas dos compartimentos da parede torácica e esse estudo pode possibilitar o início de uma futura intervenção.

#### **Responsáveis:**

- 1) PRF. Dra. Verônica Franco Parreira do Departamento de Fisioterapia/ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- 2) Cristiana Mendonça Magalhães, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pela UFMG.

#### **Procedimentos:**

Você fará parte do grupo sem doença neuromuscular.

Todos os testes serão realizados, em um único dia, no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que fica localizado no Campus da Pampulha.

Primeiro, será realizada uma entrevista onde o(a) Sr(a) responderá sobre sua idade, história de saúde e será medido a sua altura e peso para a realização do cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC). Depois, será solicitado ao(a) Sr(a) que faça algumas respirações rápidas para a medida de volumes e capacidades dos pulmões.

Posteriormente, você será convidado a permanecer sentado em um banco sem encosto e com os braços elevados e apoiados em um primeiro momento e depois permanecer deitado em uma maca. Você será filmado por 6 (seis) câmeras e serão colocadas várias bolinhas reflexiva em seu tronco. Essas marcas somente refletem a luz emitida pelas câmeras e não provocam dor. Um dos examinadores irá orientar a maneira como você deverá permanecer sentado e deitado. Após cada



instrução, você permanecerá parado durante alguns minutos e as medidas serão registradas duas vezes em cada posição. Será dado um tempo para que você possa descansar entre cada uma das repetições.

**Riscos e desconfortos:**

Os riscos são mínimos uma vez que os critérios para sua entrada no estudo foram bem determinados. Em qualquer situação, se o(a) Sr(a) perceber qualquer sintoma diferente do habitual, o teste será imediatamente interrompido e serão tomadas as providências necessárias.

**Benefícios:**

Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa melhor compreensão de como o padrão respiratório nessas posições é realizado em indivíduos com doença neuromuscular. A partir daí poderemos elaborar estratégias mais adequadas de tratamento para pessoas com doença neuromuscular.

**Forma de acompanhamento e assistência:**

Os testes propostos serão realizados pela mestrandia Cristiana Mendonça Magalhães no Laboratório da Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório.

**Garantia de esclarecimento e sigilo:**

Em qualquer momento da pesquisa o(a) Sr.(a) tem o direito de receber informações a respeito da pesquisa e dos testes que serão utilizados.

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

**Direito de recusa:**

Como voluntário, o(a) Sr.(a) 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. As despesas com o seu deslocamento serão de responsabilidade das pesquisadoras.

**DECLARAÇÃO E ASSINATURA**

Eu li e entendi toda a informação passada sobre o estudo, sendo os objetivos e procedimentos satisfatoriamente explicados. Eu tive tempo suficiente para considerar a informação acima e tive oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora ou mais tarde discutir qualquer dúvida que eu venha a ter sobre a pesquisa com:

- Dra. Verônica Franco Parreira  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional –  
Departamento de Fisioterapia – UFMG, Telefone: 99750523
  
- Cristiana Mendonça Magalhães  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional –  
UFMG, Telefone: 3225-4365
  
- COEP (Comitê de Ética em Pesquisa) – UFMG (Universidade Federal  
de Minas Gerais)  
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha  
Unidade Administrativa II, 2º Andar, sala 2005.  
Tel.: 3409-4592

Assinando este termo de consentimento, estou indicando que concordo em participar deste estudo

---

Assinatura do participante

---

Data

## **DECLARAÇÃO DO INVESTIGADOR**

Eu, ou um dos meus colegas, cuidadosamente explicamos ao participante a natureza do estudo descrito anteriormente. Eu certifico que, salvo melhor juízo, o participante entendeu claramente a natureza, benefícios e riscos envolvidos com este estudo.

---

Assinatura do investigador

---

Data

## APÊNDICE C

### EEFFTO/Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório

**Projeto de Pesquisa:** Análise da cinemática dos compartimentos da parede torácica nas posições supino e sentado de pacientes com doença neuromuscular

**Pesquisadora:** Cristiana Mendonça Magalhães

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Verônica Franco Parreira

### FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL

#### Dados Pessoais:

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Data da Avaliação: \_\_\_\_\_

Cuidador: \_\_\_\_\_ Médico: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

#### História Clínica:

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Quando recebeu o diagnóstico: \_\_\_\_\_

Queixa principal: \_\_\_\_\_

Apresenta algum sintoma de hipoventilação? Dispnéia, fadiga, cefaléia matinal ou contínua, despertar noturno frequente, sonolência excessiva. Outro: \_\_\_\_\_

Quando iniciaram esses sintomas: \_\_\_\_\_

Quando procurou o pneumologista: \_\_\_\_\_

Hábito tabágico: ( ) Não ( ) Ex-fumante: \_\_\_\_\_ anos/maço término: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

( ) Sim: \_\_\_\_\_ maço/dia início: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Medicação em uso: \_\_\_\_\_

#### Exames Complementares:

Dados vitais: PA: \_\_\_\_\_ SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_

#### Medidas antropométricas

Altura(cm)	Peso(Kg)	IMC

Espirometria:

DATA:	VALOR EM LITROS	% DO PREDITO
CVFassentado		
VEF1assentado		
VEF1/CVFassentado		
PFEassentado		
CVFsupino		
VEF1supino		
VEF1/CVFsupino		
PFEsupino		
CVFassentado X CVFsupino		

Sniff: \_\_\_\_\_

PFT: \_\_\_\_\_

Peak Flow: \_\_\_\_\_

Dados VNI domiciliar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PLETISMOGRAFIA OPTOELETRÔNICA:

SENTADO					
INÍCIO:		DURANTE		FIM:	
FR					
FC					
SpO <sub>2</sub>					
OBS:					
SUPINO AR AMBIENTE					
INÍCIO:		DURANTE		FIM:	
FR					
FC					
SpO <sub>2</sub>					
OBS:					
SUPINO VNI PRESSÓRICO					
MODO	IPAP	EPAP	FR	TI	SEN
INÍCIO:		DURANTE		FIM:	
FR					
FC					
SpO <sub>2</sub>					
OBS:					

## APÊNDICE D

### EEFFTO/Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório

**Projeto de Pesquisa:** Análise da cinemática dos compartimentos da parede torácica nas posições supino e sentado de pacientes com doença neuromuscular

**Pesquisadora:** Cristiana Mendonça Magalhães

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Verônica Franco Parreira

### FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL- GRUPO CONTROLE

#### Dados Pessoais:

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Data da Avaliação: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

#### História Clínica:

Hábito tabágico: ( ) Não ( ) Ex-fumante: \_\_\_\_\_ anos/maço término: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

( ) Sim: \_\_\_\_\_ maço/dia início: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Medicação em uso: \_\_\_\_\_

#### Exames Complementares:

Dados vitais: PA: \_\_\_\_\_ SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_

#### Medidas antropométricas:

Altura(cm)	Peso(Kg)	IMC

Espirometria:

DATA:	VALOR EM LITROS	% DO PREDITO
CVFassentado		
VEF1assentado		
VEF1/CVFassentado		
PFEassentado		
CVFsupino		
VEF1supino		
VEF1/CVFsupino		
PFEsupino		
CVFassentado X CVFsupino		

Sniff: \_\_\_\_\_

PFT: \_\_\_\_\_

Peak Flow: \_\_\_\_\_

PLETISMOGRAFIA OPTOELETRÔNICA:

SENTADO			
INÍCIO:		DURANTE	FIM:
FR			
FC			
SpO <sub>2</sub>			
OBS:			
SUPINO AR AMBIENTE			
INÍCIO:		DURANTE	FIM:
FR			
FC			
SpO <sub>2</sub>			
OBS:			



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

Parecer nº. ETIC 0395.0.203.000,10

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

#### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 20 de outubro de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "Análise cinemática dos compartimentos da parede torácica nas posições supino e sentado de pacientes com doença neuromuscular" 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.

Profa. Maria Teresa Marques Amara  
Coordenadora do COEP-UFMG



## The ALS Functional Rating Scale - Revised (ALSFRS-R/BR)

**Keyte Guedes\***, **Cecilia Pereira\*\***, **Karina Pavan\*\*\***, **Berenice Cataldo Oliveira Valério\*\*\*\***

\*Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Neuro-Funcional - Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP), Mestranda em Neurociências e Comportamento – Universidade de São Paulo.

\*\*Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Neuro-Funcional - Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP).

\*\*\*MD, Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Neuro-Funcional - Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP).

\*\*\*\*Neurologista, Chefe do Ambulatório de Doenças Neuromusculares - Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP).

### **Fala**

Processo da fala normal	4
Distúrbio da fala detectável	3
Compreensível com repetição	2
Fala combinada com comunicação não-vocal	1
Perda da utilidade da fala	0

### **Salivação**

Normal	4
Insignificante, mas notável o excesso de saliva na boca podendo ter babas noturnas	3
Excesso de saliva moderada, podendo ter mínimas babas	2
Excesso acentuado de saliva com alguma baba	1
Baba acentuada exigindo constante uso de babador ou lenço para boca	0

### **Deglutição**

Normal	4
Problemas precoces para comer, engasgos ocasionais	3
Alteração na consistência da dieta	2
Necessidade de suplemento alimentar pastoso	1
Nada pela boca, exclusivamente parenteral ou enteral	0

### **Escrita**

Normal	4
--------	---

Lentificada ou descuidada, todas as palavras são legíveis	3
Nem todas as palavras são legíveis	2
Capaz de segurar a caneta, mas incapaz de escrever	1
Não é capaz de segurar a caneta	0

### **Manipulação de alimentos e utensílios**

#### **(Indivíduos sem gastrostomia)**

Normal	4
Um pouco lento e desajeitado, mas não necessita de ajuda	3
Pode cortar o alimento embora lento e desajeitado; necessita de alguma ajuda	2
Alimentos cortados por outra pessoa, mas alimenta-se sozinho lentamente	1
Precisa ser alimentado	0

#### **(Indivíduos com gastrostomia)**

Normal	4
Desajeitado, mas capaz de desempenhar todas as manipulações	3
Alguma ajuda necessária com tampas e fechos	2
Oferece assistência mínima ao cuidador	1
Incapaz de executar qualquer aspecto da tarefa	0

### **Vestuário e Higiene**

Normal	4
Independente de auto-cuidado com diminuição do rendimento do esforço	3
Assistência intermitente ou substituição dos métodos	2
Necessita do cuidador para auto-cuidado	1
Dependência total	0

### **Virar na cama e ajustar a roupa de cama**

Normal	4
Um pouco lento ou desajeitado, não necessita de ajuda	3
Pode virar sozinho ou ajustar o lençol com grande dificuldade	2
Tem iniciativa, não consegue virar ou ajustar o lençol sozinho	1
Incapaz	0

### **Andar**

Normal	4
Deambulação precoce dificultada	3
Passeios com assistência	2
Movimento funcional não-deambulatório somente	1
Não apresenta movimentação voluntária das pernas	0

### **Subir escadas**

Normal	4
Lentidão	3
Ligeiro desequilíbrio ou fadiga	2
Necessita de assistência	1
Não realiza	0

### **Dispneia**

Nenhuma	4
Ocorre quando caminha	3
Ocorre quando come, toma banho e se veste	2
Ocorre no repouso, ou sentado ou deitado	1
Dificuldade significativa, considerando suporte mecânico	0

**Ortopnéia**

Nenhuma	4
Alguma dificuldade de dormir, falta de ar, não se utiliza rotineiramente mais que 2 travesseiros	3
Necessita de travesseiros extras para dormir (mais que 2)	2
Pode dormir somente sentado	1
Não consegue dormir	0

**Insuficiência respiratória**

Nenhuma	4
Uso intermitente do BIPAP	3
Uso contínuo do BIPAP à noite	2
Uso contínuo do BIPAP durante o dia e a noite	1
Ventilação mecânica invasiva por intubação	0

## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE ELA

- Completar este questionário assim que possível: se você não tem nenhuma dificuldade em preencher o questionário por si só, peça a alguém para ajudá-lo. De qualquer forma estamos interessados em suas respostas.
- O questionário consiste de um número de relatos sobre dificuldades que você pode ter sentido durante as 2 últimas semanas. Não há respostas certas ou erradas, sua primeira resposta é provavelmente a mais precisa para você. Sinalize o quadro que melhor descreve sua própria experiência ou sentimentos.
- Tentar responder as questões mesmo que algumas pareçam ser particularmente semelhantes a outras, ou podem não parecer relevante a você.
- Todas as informações que você der serão tratadas com sigilo total, e é completamente anônima. Não há caminho de identificá-lo através do questionário.

Os seguintes enunciados referem a dificuldades que você pode ter tido durante as 2 últimas semanas. Indicar, assinalando o quadro apropriado, com que frequência os seguintes enunciados tem sido verdadeiros a você.

<b>Com que frequência os seguintes enunciados tem sido verdadeiros a você?</b>	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>A</b>	<b>F</b>	<b>S</b>
1. Tenho encontrado dificuldade para caminhar curtas distâncias, isto é, em volta da casa.					
2. Tenho caído enquanto ando.					
3. Tenho tropeçado enquanto caminho.					
4. Tenho perdido meu equilíbrio enquanto caminho.					
5. Tenho tido que prestar atenção enquanto caminho.					
6. Caminhar tem me fadigado completamente.					
7. Tenho tido dores em minhas pernas enquanto caminho.					
8. Tenho encontrado dificuldade em subir e descer degraus.					
9. Tenho encontrado dificuldade para ficar em pé.					
10. Tenho encontrado dificuldade para levantar-me de cadeiras.					
11. Tenho encontrado dificuldade em utilizar meus braços.					
12. Tenho encontrado dificuldade em virar e movimentar-me na cama.					
13. Tenho encontrado dificuldade em pegar pequenos objetos.					

14. Tenho encontrado dificuldade em manter livros ou jornais, ou virar páginas.					
15. Tenho encontrado dificuldade em escrever claramente.					
16. Tenho encontrado dificuldade em fazer trabalhos de casa.					
17. Tenho encontrado dificuldade para alimentar-me sozinho.					
18. Tenho encontrado dificuldade em escovar meus cabelos ou escovar os dentes.					
19. Tenho encontrado dificuldade em vestir-me.					
20. Tenho encontrado dificuldade em lavar a mão na pia.					
21. Tenho encontrado dificuldade em engolir.					
22. Tenho tido dificuldade em mastigar comidas sólidas.					
23. Tenho encontrado dificuldade em beber líquidos.					
24. Tenho encontrado dificuldade em participar de conversas pela dificuldade na fala.					
25. Tenho sentido que as pessoas não compreendem o que eu falo.					
26. Tenho tido dificuldade em falar algumas palavras ou letras.					
27. Tenho tido que falar muito devagar.					
28. Tenho falado menos que de costume pela dificuldade na fala.					
29. Tenho estado incomodado com minha fala.					
30. Tenho consciência sobre as dificuldades da minha fala.					
31. Tenho sentido solitário.					
32. Tenho estado aborrecido.					
33. Tenho sentido envergonhado em situações sociais.					
34. Tenho estado sem esperanças em relação ao futuro.					
35. Tenho sentido preocupado em depender dos outros.					
36. Tenho refletido porque continuo lutando.					
37. Tenho dificuldades em aceitar a doença.					
38. Tenho estado deprimido.					
39. Tenho preocupações com o futuro.					
40. Eu tenho sentido dependente nas AVDs.					

**N nunca R raramente Às vezes F Frequentemente S Sempre**