

# Modificações da dinâmica respiratória em indivíduos com hemiparesia pós-acidente vascular encefálico

Changes in respiratory dynamics of individuals with post hemiparesis  
cerebral vascular accident

Juliana Loprete Cury<sup>1</sup> (julianalc@gmail.com)  
Alessandra Rigo Pinheiro<sup>2</sup> (<ale\_rigo@hotmail.com>)  
Antonio Fernando Brunetto<sup>3</sup> (*in memorian*)

---

## Resumo

**Introdução:** O acidente vascular encefálico (AVE) é uma doença que gera déficits que persistem após a fase aguda, como hemiparesia e espasticidade, fato que pode interferir na biomecânica respiratória normal, gerando comprometimento da função pulmonar. **Objetivo:** Avaliar a função pulmonar de pacientes acometidos por um AVE. **Métodos:** Foram avaliados 20 indivíduos divididos em dois grupos: 10 hemiparéticos (grupo estudo - GE) e 10 controles (GC), todos submetidos ao Mini Exame do Estado Mental (MEEN), cirtometria, manuvacuometria e espirometria. A análise estatística utilizou o teste t Student e correlação simples de Pearson, considerando  $p < 0,05$  como significância estatística. **Resultados:** Verificou-se a diminuição significativa da mobilidade tóraco-abdominal do GE ( $p < 0,05$ ) para os índices inspiração/expiração e expiração/inspiração. Não foram encontradas diferenças significativas na força dos músculos respiratórios – P<sub>I</sub>max ( $p = 0,25$ ) e P<sub>E</sub>max ( $p = 0,11$ ), apesar dos valores serem menores entre os indivíduos do GE. Os resultados espirométricos mostraram que no GE 90% dos sujeitos obtiveram índices espirométricos normais (média de 104% da CVF predita), não ocorrendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos para CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF%, FEF<sub>25-75%</sub> e PEF. No entanto, a VVM (l/min) mostrou diminuição significativa no GE. **Conclusões:** Indivíduos hemiparéticos pós-AVE apresentam alteração da dinâmica respiratória, porém com os valores estáticos dentro da normalidade.

**Palavras-chave:** Acidente Vascular Encefálico; hemiparesia; função pulmonar; mecânica respiratória.

---

<sup>1</sup> Docente do Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, graduada pelo Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Fisioterapia Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil e do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, Paraná, Brasil.

## Abstract

**Introduction:** Stroke is a disease which generates deficits persisting after the acute stage, such as hemiplegia and spasticity. These facts can interfere in the normal breathing biomechanics, compromising of the lung function. **Objective:** To evaluate pulmonary function of hemiparetic subjects. **Methods:** Twenty individuals were evaluated, divided in two groups: 10 hemiparetic (study group - SG) and 10 controls (control group - CG). All of them were evaluated with the Mini-mental state examination (MMSE), as well as chest wall mobility, maximal respiratory pressures and spirometry. Student t test and Pearson correlation coefficient were used for the statistical analysis, considering  $p < 0,05$  as significance level. **Results:** The abdominal-thorax mobility of SG was significantly lower ( $p < 0,05$ ) for the inspiration/expiration and expiration/inspiration index. There were no significant differences in respiratory muscle strength - MIP ( $p = 0,25$ ) and MEP ( $p = 0,11$ ), despite somewhat lower values for the SG. The spirometric results showed that on SG 90% of the subjects reached normal spirometric values (mean 104% of the predicted FVC) and no statistical significant differences were found between the groups for FVC,  $FEV_1$ ,  $FEV_1/FVC\%$ , FEF<sub>25-75%</sub> and PEF. On the other hand, MVV (l/min) showed significantly lower values on SG. **Conclusions:** Hemiparetic individuals after stroke show changes in respiratory dynamics, although the static volumes are within the normal range.

**Keywords:** stroke; hemiparesia; pulmonary function, respiratory mechanics.

## Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE), caracterizado por uma perturbação focal da função cerebral, de origem vascular e início súbito, no qual os sintomas devem persistir por mais de 24 horas, é um importante problema de saúde pública. Encontra-se entre as quatro principais causas de morte em muitos países, e é responsável por um grande número de pessoas com seqüelas neurológicas permanentes, que promovem incapacidade do indivíduo (1).

Segundo Giuliani, (2) pacientes acometidos por um AVE apresentam lesão do neurônio motor superior, fato que ocasiona um quadro de disfunção motora, que engloba posturas e padrões de movimentos atípicos, lentidão e coordenação pobre, fraqueza muscular, aumento da resistência das articulações à movimentação passiva (hipertonia) e espasticidade. A presença da espasticidade associada à hemiparesia leva a um padrão de assimetria postural, além de dificuldade de um controle muscular isolado, o que gera padrões anormais de movimento (3), fato que fará com que a mecânica ventilatória sofra forte influência da hipertonia que acompanha os indivíduos pós-AVE (4).

Segundo Ramos e Silva (5), qualquer portador de seqüela neurológica é um indivíduo que pode apresentar alteração na biomecânica respiratória, especialmente os que apresentam alteração do tônus da musculatura torácica e/ou abdominal. Visto que durante a ventilação ocorre uma complexa interação entre os músculos respiratórios, a caixa torácica e o abdome, que dependem da força, resistência e eficiência destes músculos. As propriedades da caixa torácica modificam a ação dos músculos, e o abdome influencia a ventilação por meio da transmissão da pressão do conteúdo abdominal até o tórax (6). Deve-se considerar ainda que no tronco de um indivíduo, diferentemente dos membros, os músculos dos dois lados estão vinculados entre si, sendo ao mesmo tempo agonistas e estabilizadores de uma ação, o que proporciona movimentos seletivos e harmônicos (7). Por isso, a alteração da motricidade em um hemiorpo, além de gerar incapacidade do indivíduo, promove alterações musculares que comprometem o tronco como um todo, fato que pode interferir na biomecânica respiratória normal, gerando comprometimento da função pulmonar.

Sabe-se que a capacidade respiratória ideal necessita de uma postura de equilíbrio muscular perfeito. Sendo assim, o desequilíbrio muscular resultante de retração, fraqueza ou paralisia pode alterar a respiração normal, sendo que distúrbios neuromusculares e esqueléticos podem levar a complicações respiratórias (8).

Estudos mostram que mesmo pessoas que possuíam uma função respiratória extremamente boa, sem história de doenças pulmonares, após um AVE passaram a ter sua função respiratória prejudicada, apresentando sintomas como dispnéia durante atividades leves, fato este que dificulta a reabilitação destes pacientes, visto que o comprometimento da função pulmonar contribui para a fadiga (Haas et al, apud Davies) (9).

Segundo Scanlan et al (10), a complacência torácica e pulmonar encontram-se diminuídas após o AVE, fato que provoca uma diminuição da capacidade pulmonar total e da capacidade vital, resultando em um distúrbio ventilatório restritivo nas provas de função pulmonar. Com relação à força dos músculos respiratórios a maioria dos estudos mostra uma diminuição das pressões respiratórias máximas nesta população (4, 11).

Pôde-se constatar que esses pacientes podem apresentar alterações significativas da função pulmonar devido a alterações musculares que modificam a biomecânica normal do tórax. Isso gera dificuldade respiratória, comprometendo assim a participação ativa do paciente em todo o programa de reabilitação. No entanto, através do conhecimento destas alterações, pode-se acompanhar e mensurar melhor a evolução da função pulmonar desta população, na tentativa de direcionar melhor seu tratamento.

Frente ao exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a função pulmonar de pacientes acometidos por um AVE, nos aspectos de força dos músculos respiratórios, biomecânica respiratória, mobilidade tóraco-abdominal, volumes e capacidades pulmonares, além de analisar a influência do tempo de lesão sobre a função pulmonar destes indivíduos portadores de seqüelas de AVE.

## **Materiais e Métodos**

Foram avaliados, no período de junho a setembro de 2008, 20 indivíduos entre 46 e 75 anos, que participaram desta pesquisa voluntariamente após assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido. A pesquisa só foi iniciada após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UNIGRAN – protocolo 005/08.

Os sujeitos foram recrutados a partir da lista de pacientes atendidos na Clínica de Fisioterapia UNIGRAN, na cidade de Dourados – MS. O grupo estudo (GE) foi formado por 10 indivíduos com diagnóstico clínico de AVE único, há mais de seis meses, enquanto que fizeram parte do grupo controle (GC) 10 sujeitos livres de sintomas neurológicos, selecionados por conveniência, sendo eles acompanhantes de pacientes da Clínica de Fisioterapia UNIGRAN. Foram incluídos no estudo indivíduos com mais de 18 anos, de ambos os sexos, e com ausência de distúrbio cognitivo evidenciado por meio do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (12), sendo excluídos indivíduos com doenças pulmonares prévias e cardíacas, bem como indivíduos com deformidade torácica evidente, ou com IMC acima de  $40\text{kg/m}^2$  (13). Os grupos foram pareados quanto ao sexo e idade.

Todos os sujeitos foram submetidos a um mesmo protocolo de avaliação, para coleta de informações sobre história da doença (para o GE) e dados pessoais, além de avaliação da espasticidade, do cognitivo (através do MEEM); após realizaram cirtometria torácica, espirometria e

manuvacuometria. Foi utilizado também o Índice de Barthel (14), para verificar a funcionalidade dos indivíduos. Previamente à realização dos testes os sujeitos receberam a explicação e demonstração de como estes testes seriam realizados, sendo os dados coletados pelo mesmo pesquisador, sob comando verbal homogêneo, para que não ocorressem alterações nos resultados.

A avaliação da espasticidade foi realizada no grupo muscular flexor de cotovelo (sujeito posicionado em decúbito dorsal), em membro superior, e dos extensores de joelho (indivíduos posicionados em decúbito ventral, estando os pés para fora da maca de exame), em membro inferior. Um dos membros do examinador ficou próximo à articulação a ser examinada de forma a estabilizá-la, estando o outro posicionado distalmente ao membro do paciente, de forma a realizar a flexo-extensão rápida e constante. Após a avaliação de ambas as musculaturas foi considerada a pontuação maior para classificar o grau de hipertonia, segundo a escala de Ashworth Modificada (15), no entanto deve-se considerar que esta é uma avaliação subjetiva, pois depende da interpretação do examinador.

O Índice de Barthel avalia atividades relacionadas ao vestuário, nutrição, higiene pessoal e de transferências, cada item recebem uma pontuação de 0, 5, 10 ou 15 pontos, atingindo um *score* total máximo de 100 pontos, sendo utilizado com o objetivo de identificar o grau de independência nas atividades de vida diária (AVDs) dos indivíduos (14).

Na cirtometria o paciente permanecia na posição ortostática, sem roupas que interferissem na avaliação, sendo então feita a mensuração dos níveis infraxilar, xifoidiano, basal e umbilical durante manobras de expiração até VR, ou após uma expiração máxima, e de inspiração até CPT, ou após uma inspiração máxima, sendo que: saíram do repouso até uma expiração máxima (índice repouso-expiração), da expiração máxima à inspiração máxima (índice expiração-inspiração), da inspiração máxima até a expiração máxima (índice inspiração-expiração), e do repouso até uma inspiração máxima (índice repouso-inspiração) (16; 17). A mensuração foi realizada com uma fita métrica padrão, que fornecia os valores em centímetros.

A avaliação da função pulmonar realizada através da espirometria bem como a interpretação dos testes seguiu os critérios estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (18). O aparelho utilizado foi o Espirômetro da marca Pony MicroQuark/Cosmed, sendo obtidos os seguintes parâmetros: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), índice  $VEF_1$ CVF, fluxo expiratório forçado 25%-75% (FEF25%-75%), pico de fluxo expiratório (PEF), ventilação voluntária máxima (VVM), volume corrente (VC) e volume minuto (VM). O teste foi realizado três vezes, obtendo provas reprodutíveis com variação inferior a 5%, sendo o maior valor coletado para estudo.

A força muscular respiratória foi quantificada por meio da avaliação das Pressões Respiratórias Máximas. Foram avaliadas as pressões inspiratória e expiratória máximas (PI<sub>max</sub> e PE<sub>max</sub>, respectivamente) utilizando um manovacômetro analógico da marca Comercial Médica, com intervalo operacional de +120 e -120 cmH<sub>2</sub>O, sendo a escala marcada de quatro em quatro cmH<sub>2</sub>O, e precisão de 0,25%. Foram utilizados bocais descartáveis, no qual havia um pequeno orifício de 2 mm de diâmetro que servia como uma válvula de alívio de pressão da cavidade oral. O teste foi realizado com o indivíduo na posição sentada, estando o tronco num ângulo de 90° com as coxas, o nariz foi ocluído por uma pinça nasal. Foram realizadas no máximo cinco manobras, de forma que fossem obtidas três manobras aceitáveis (sem vazamentos e com duração de pelo menos dois segundos), e entre estas houvesse pelo menos duas manobras reprodutíveis (com valores que não diferissem entre si por mais de 10% do valor mais elevado), sendo a de maior valor adotada neste

estudo. Foi concedido ao sujeito um intervalo de repouso variando entre 30 e 40 segundos, entre as manobras (18). A interpretação dos resultados seguiu os valores referência de normalidade propostos por Neder et al. (19) para a população brasileira.

Os resultados estão demonstrados em média ( $\pm$  desvio padrão) apresentados em gráficos, tabelas ou descritos no texto. A comparação dos resultados entre os grupos foi realizada por meio do teste *t Student*, e a correlação entre as variáveis foi feita por meio do teste de Correlação simples de *Pearson*. Foi considerado nível de significância  $p < 0,05$ .

### 3 Resultados

Com relação às características da amostra avaliada (Tabela 1), observou-se que a mesma foi homogênea para os parâmetros idade, peso, altura e IMC. De todos os sujeitos avaliados 90% eram do sexo masculino e 10% do sexo feminino. Considerando o tabagismo, dois indivíduos do GE, e um do GC relataram ser fumantes. Quanto ao tempo de ocorrência do AVE todos os pacientes tinham mais de 12 meses de acometimento da hemiparesia (média=40,5 e DP=24,13 meses).

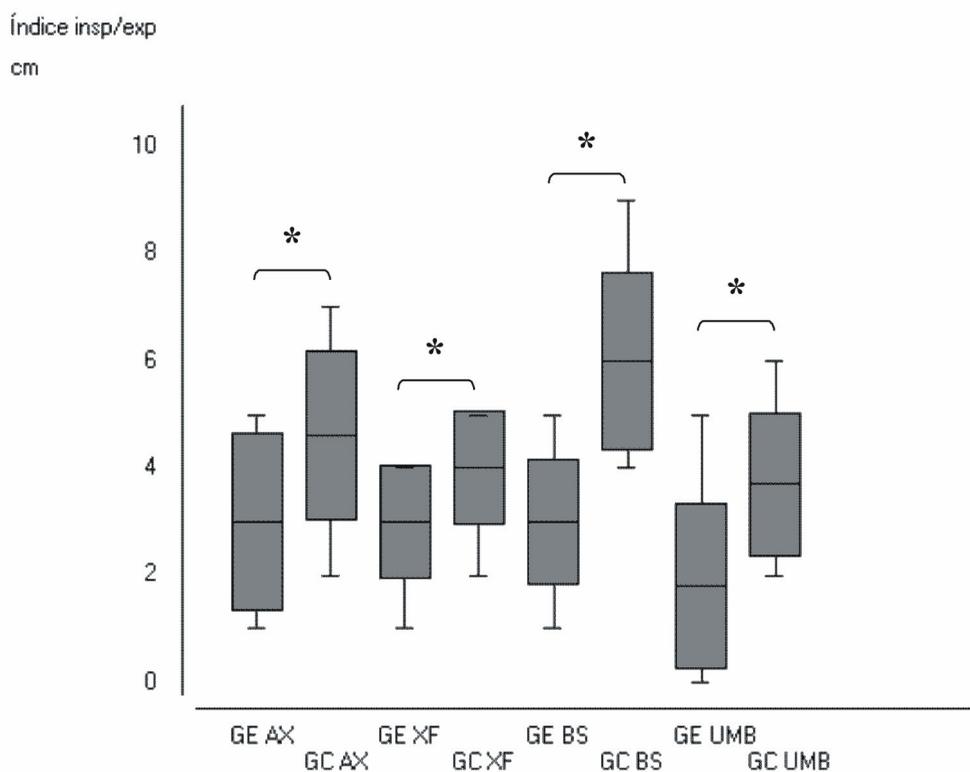
**Tabela 1** | Caracterização da amostra estudada (média  $\pm$  desvio padrão).

	GE (n=10)	GC (n=10)	Valor de p
<b>IDADE (anos)</b>	59,30 $\pm$ 8,60	60,2 $\pm$ 8,37	0,40
<b>PESO (Kg)</b>	70,30 $\pm$ 10,19	74,6 $\pm$ 12,06	0,20
<b>ALTURA (cm)</b>	163,50 $\pm$ 6,07	167,5 $\pm$ 5,27	0,06
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	26,31 $\pm$ 3,27	26,59 $\pm$ 3,83	0,43
<b>MEEN</b>	26 $\pm$ 3,49	25,9 $\pm$ 2,51	0,47

GE: grupo estudo; GC: grupo controle; IMC: índice de massa corpórea; MEEN: Mini Exame do Estado Mental.

A avaliação da espasticidade no GE mostrou que 60% dos sujeitos apresentaram grau 1+ na escala de Escala de Ashworth Modificada, caracterizado por um leve aumento do tônus seguido de resistência mínima em menos da metade da ADM restante; 30% grau 2, onde constata-se aumento marcante do tônus muscular durante a maior parte da ADM; e 10% grau 1, que expressa aumento do tônus no final da ADM. O GC mostrou tônus muscular normal, classificado em grau zero na Escala de Ashworth Modificada. O índice de Barthel demonstrou uma média de 92,5  $\pm$  7,07 pontos nos indivíduos pós-AVE, demonstrando a independência nas AVDs dos indivíduos estudados.

A mobilidade tóraco-abdominal mostrou-se significativamente inferior, em vários índices, entre os indivíduos do GE, quando comparado ao GC (Figura 1). Segundo Kakisaki et al. (16) os valores de normalidade dos índices inspiração/expiração e expiração/inspiração devem ser maior que 4cm na população em geral; no GE esses índices em média foram menores ou iguais a 3cm em todos os níveis avaliados, enquanto o GC obteve em média valores próximos ou superiores a 4 cm.



**Figura 1** | Mobilidade tóraco-abdominal no índice inspiração/expiração para os grupos estudo (GE) e controle (GC). AX = índice axilar; XF = índice xifóide; BS = índice basal; UMB = índice umbilical.\*  $p < 0,05$ .

Quanto à força dos músculos respiratórios (tabela 2), tanto PImax quanto PEmax apresentaram-se dentro dos limites da normalidade, embora haja indicações de que a PEmax tende a ser menor nos sujeitos do GE, porém sem diferença estatisticamente significativa.

	GE (n=10)	GC (n=10)	Valor de p
<b>PImax (cmH<sub>2</sub>O)</b>	101,20 ± 22,55	106,80 ± 18,18	0,27
<b>PEmax (cmH<sub>2</sub>O)</b>	105,60 ± 17,09	114,4 ± 13,75	0,11
<b>PImax (% do predito)</b>	97,12 ± 23,37	105,40 ± 19,74	0,20
<b>PEmax (% do predito)</b>	94,12 ± 18,33	106,05 ± 18,60	0,08

GE = grupo estudo; GC = grupo controle; PImax = pressão inspiratória máxima; PEmax = pressão expiratória máxima.

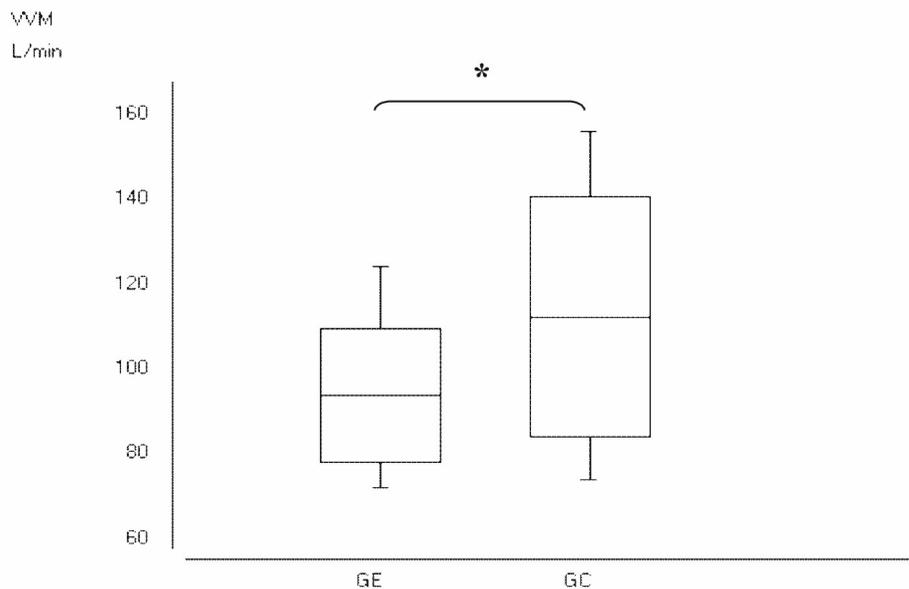
Os resultados espirométricos mostraram que no GE 90% dos sujeitos obtiveram índices espirométricos normais (média de 104,33% da CVF predita), enquanto que 10% apresentou um distúrbio obstrutivo leve, porém sem diminuição da CVF (107,8% da CVF predita). Já no GC, 100% dos indivíduos apresentaram laudo espirométrico normal (média de 97,89% da CVF predita). Os resultados espirométricos de CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF%, FEF25-75% e PEF, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 3), com os valores dentro dos limites de normalidade.

**Tabela 3** | Avaliação espirométrica (média ± desvio padrão).

	GE (n=10)	GC (n=10)	Valor de p
<b>CVF (%predito)</b>	104,68 ± 18,33	97,89 ± 6,36	0,19
<b>VEF<sub>1</sub> (%predito)</b>	104,76 ± 19,74	97,17 ± 18,66	0,19
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF% (%predito)</b>	100,88 ± 5,66	99,02 ± 4,03	0,20
<b>FEF25-75% (%predito)</b>	100,50 ± 26,26	93,63 ± 29,44	0,29
<b>PEF (l/se)</b>	6,51 ± 2,02	7,49 ± 2,00	0,14
<b>VVM (%predito)</b>	92,72 ± 22,30	96,36 ± 19,37	0,35
<b>VVM (l/min)</b>	94,21 ± 15,58	112,74 ± 28,45	0,04

CVF = capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEF25-75 = fluxo expiratório forçado 25-75%; PEF = pico expiratório de fluxo; VVM = ventilação voluntária máxima

A VVM mostrou-se dentro dos limites de normalidade (> 80% do predito), com média 92,72% do predito para o GE, e, 96,36% do predito para o GC. No entanto, a VVM (l/min) apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos (tabela 3 e figura 2), com menores valores no GE.



**Figura 2** | Ventilação voluntária máxima (VVM) nos grupos estudo (GE) e controle (GC). \* p=0,042.

Constatou-se também que os indivíduos do GE apresentaram volume corrente (VC) significativamente menor quando comparados ao GC ( $p=0,02$ ) assim como uma maior frequência respiratória (FR) ( $p=0,03$ ). Isso fez com que o volume minuto (VM) permanecesse sem diferença significativa entre os grupos (tabela 4). Ao correlacionar-se o índice inspiração/expiração em nível umbilical com o VC e também com a FR, constatou-se uma correlação positiva entre a mobilidade e o VC, ou seja, quanto maior a mobilidade maior o volume corrente; já ao correlacionar a mobilidade com a FR verificou-se uma correlação negativa, ou seja, quanto menor a mobilidade, maior a FR.

**Tabela 4** | Análise do volume corrente, frequência respiratória e volume minuto.

	GE (n=10)	GC (n=10)	Valor de p-
<b>VC (litros)</b>	0,42 ± 0,08	0,57 ± 0,20	0,02
<b>FR (rpm)</b>	16,88 ± 4,97	13,3 ± 2,99	0,03
<b>VM (l/min)</b>	7,15 ± 2,48	7,42 ± 3,18	0,41

VC = volume corrente; FR = frequência respiratória; VM = volume minuto.

Para o GE foi encontrada correlação positiva entre VVM e o índice inspiração/expiração axilar ( $r=0,72$ ;  $p=0,02$ ), sugerindo que a mobilidade torácica da região superior do tórax é um fator que limita o desempenho do paciente na manobra dinâmica da VVM.

Quanto ao parâmetro da força muscular, não foi encontrada correlação entre VVM e força muscular respiratória (PI<sub>max</sub>:  $r=0,12$  e  $p=0,76$ ; PE<sub>max</sub>:  $r=0,11$  e  $p=0,98$ ), sugerindo que o componente força estática não é necessariamente um fator determinante da capacidade ventilatória mensurada pela VVM nessa população.

Com relação ao tempo de ocorrência do AVE, também não foi encontrada correlação deste com a VVM ( $r=0,21$ ;  $p=0,56$ ), sugerindo que mesmo após longos períodos de tempo este componente dinâmico da capacidade respiratória continua prejudicado nos pacientes com hemiparesia, se constituindo em um parâmetro importante na avaliação e acompanhamento terapêutico.

## Discussão

A homogeneidade da amostra estudada quanto aos parâmetros sexo, idade, peso, altura e IMC, é relevante para o presente estudo, pois diferenças muito grandes destas variáveis interferem nos resultados dos testes de função pulmonar. Segundo Simões et al. (20) a idade e o sexo são fatores que influenciam diretamente a força muscular respiratória, sendo os valores de PI<sub>max</sub> e PE<sub>max</sub> menor nas mulheres em relação aos homens, ocorrendo também uma redução progressiva e significativa com o avançar da idade. Sendo a estatura a variável com maior influência nos valores previstos para a função pulmonar (18), tal fato pode interferir nos resultados deste estudo visto que apesar da média das alturas entre os grupos ser semelhante, os grupos, estudo e controle, não foram pareados quanto à altura.

Este estudo encontrou diminuição da mobilidade tóraco-abdominal em indivíduos pós-AVE. Segundo Sarmiento (21), a expansibilidade torácica fornece uma noção do volume de ar mobilizado durante a respiração, sendo esta simétrica entre os hemitórax. No entanto, qualquer doença que

afete a caixa torácica, sua musculatura, o diafragma, a pleura ou o pulmão unilateralmente, irá gerar uma assimetria de movimentos ventilatórios, sendo que independente da estrutura acometida, o hemitórax comprometido move-se menos que o sadio. Estudos mostram que o movimento do hemitórax plégico torna-se restritivo após um AVE, ocorrendo diferença significativa da excursão ântero-posterior entre os hemitórax sadio e afetado (22). Tais achados podem ser associados ao encontrado no presente estudo, pois a restrição do movimento no hemitórax parético provocará uma alteração na complacência dinâmica da caixa torácica, o que será refletido na cirtometria por meio da diminuição de seus valores. Deve-se considerar ainda que a expansibilidade tóraco-pulmonar poderá também estar diminuída por limitações músculo-esqueléticas do tórax como em uma escoliose (visto que a maioria dos músculos respiratórios apresenta função postural), bem como por outras condições, como doenças neuromusculares (23,18).

A inflexão lateral da coluna vertebral, freqüentemente encontrada em indivíduos pós-AVE, levará a uma aproximação dos arcos costais do lado da concavidade, que é mais evidente nas costelas inferiores, pois segundo Kapandji (24) estas são mais móveis, maiores e apresentam um ângulo menor de 90° com as vértebras torácicas (articulação costovertebral), por isso o movimento de elevação da costela provoca um aumento, principalmente, do diâmetro transversal do tórax. Já as costelas superiores são menores, e possuem uma maior angulação com as vértebras torácicas, o que favorece o aumento do diâmetro ântero-posterior do tórax. Associado a isso, os componentes da cintura escapular como escápula, esterno e clavícula auxiliam a limitar essa flexão lateral do tronco, na parte superior do tórax. Sendo assim, a concavidade existente devido à inflexão lateral da coluna vertebral em indivíduos hemiparéticos é mais fácil de ocorrer na porção inferior do tórax, o que provoca uma limitação do movimento de alça de balde, e menor restrição do movimento de braço de bomba, ou seja, a mobilidade do tórax inferior torna-se mais restrita. Este fato pode justificar a diminuição significativa da mobilidade abdominal encontrada neste estudo para todos os índices no nível umbilical.

O estudo de Ogiwara e Ogura (22) constatou que durante uma respiração profunda em indivíduos hemiparéticos (como a realizada para avaliar a mobilidade torácica através da cirtometria), a excursão do hemitórax superior é maior em relação ao inferior. Adicionalmente, Teixeira-Salmela et al. (25), encontraram resultados que corroboram esses resultados prévios, onde indivíduos pós-AVE possuem uma menor contribuição do abdômen durante a respiração.

Para promover o movimento inspiratório, os músculos respiratórios dos indivíduos pós-AVE, além de precisarem vencer a resistência fisiológica dos pulmões e da caixa torácica, encontram uma terceira resistência que necessita ser vencida para que o ar flua para dentro dos pulmões: a espasticidade. A espasticidade, segundo Wang et al., citado por Lima e Martins (3), gera dificuldade de um controle muscular isolado. No entanto, a hipertonía encontrada nos músculos peitorais, somado à ineficiência dos músculos abdominais contribuirá para que a caixa torácica seja mantida em uma posição de elevação (9), fato que gerará resistência ao movimento expiratório. Esse aumento da resistência imposta aos músculos respiratórios, além de dificultar a mobilidade torácica exigirá um maior gasto energético, o que pode predispor à fadiga muscular.

Estudo realizado por Cardoso e Pereira (26), que analisou a função respiratória de indivíduos com Parkinson que apresentavam tônus aumentado, constatou que a amostra estudada apresentou uma diminuição significativa na mobilidade torácica durante a respiração, o que gera um aumento do trabalho da musculatura respiratória, sendo que os padrões posturais em flexão e rigidez da

musculatura intercostal encontrada nestes indivíduos torna a mobilidade torácica ainda mais limitada.

No presente estudo as pressões respiratórias máximas não apresentaram diferença significativa entre os grupos, apesar dos valores de PEmax no GE apresentarem tendência à diminuição, resultado que de certa forma diverge dos achados de outros estudos (4,11,25,27). Deve-se considerar que o estudo realizado por Pizzol et al. (4), avaliou indivíduos hemiplégicos, enquanto que o presente estudo analisou indivíduos hemiparéticos, fato que pode (pelo menos em parte) ser responsável pela divergência de resultados. No entanto outros estudos (11,25,27) que avaliaram indivíduos hemiparéticos, também constataram uma diminuição significativa tanto da PImax como da PEmax. Deve-se considerar que os hemiplégicos avaliados são ativos (média do índice de Barthel igual a  $92,5 \pm 7,07$  pontos), e realizam tratamento fisioterápico de duas a três vezes por semana, estando em uma fase de reabilitação mais avançada. Isso pode ter contribuído para os valores relativamente preservados da força dos músculos respiratórios.

Apesar dos valores das pressões respiratórias máximas encontrarem-se dentro dos limites de normalidade tanto no GE quanto no GC, deve-se considerar que os indivíduos hemiparéticos apresentaram uma diminuição da mobilidade torácica, conseqüente a um desarranjo no equilíbrio dinâmico do tórax, o que gera a uma alteração na relação comprimento-tensão muscular. Além disso, segundo O'Dwyer et al. (28), o tecido muscular espástico e parético sofre conseqüências adaptativas. A fraqueza muscular gera uma imobilidade, a qual contribui para a manutenção dos músculos em um mesmo comprimento, o que associado à postura anormal desta população e da espasticidade levam à alteração do comprimento muscular. Isso modifica a capacidade de contração muscular, fato este que pode justificar a tendência à diminuição da força muscular expiratória entre os indivíduos pós-AVE.

Teoricamente, o encurtamento muscular e limitação dos movimentos voluntários decorrente da espasticidade (29) associado ao padrão de assimetria postural encontrado nos indivíduos pós-AVE promoveria uma desvantagem mecânica dos músculos comprometidos. No presente estudo observa-se uma diminuição não-estatisticamente significativa da força dos músculos respiratórios no GE; no entanto, pode-se considerar que esta diferença entre GE e GC não tenha sido significativa porque a espasticidade do GE não é severa, sendo classificada em grau 1+ na escala de Escala de Ashworth Modificada, em 60% dos sujeitos. Porém, essa hipótese só poderia ser confirmada se fosse estudada a função pulmonar em indivíduos com hipotonia e diferentes graus de hipertonia, de forma a comparar os grupos.

Um estudo realizado por Moreno et al. (30) avaliou os efeitos de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade tóraco-abdominal de homens jovens sedentários. Os resultados evidenciaram aumento significativo da força muscular respiratória e mobilidade tóraco-abdominal no grupo estudo quando comparado ao grupo controle. Isso mostra que o comprimento muscular adequado possibilita aos músculos respiratórios exercerem uma capacidade contrátil mais eficaz, promovendo assim melhora da mecânica respiratória.

Segundo a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (18), processos e afecções que interfiram com a ação de fole dos pulmões, da parede torácica, ou dos músculos respiratórios, podem resultar em restrição, onde observam-se volumes pulmonares reduzidos. Tal fato diverge com os resultados do presente estudo, pois apesar dos sujeitos do GE apresentarem alteração do tórax e

também dos músculos do tronco, que deveriam ocasionar a diminuição dos volumes pulmonares, isso não ocorreu. No entanto deve-se considerar que a espirometria é uma medida pulmonar estática (18), e os sujeitos do presente estudo apresentavam boa força muscular respiratória e espasticidade relativamente leve.

A pesquisa realizada por Albuquerque e Silva (31) evidenciou por meio de espirometria, um decréscimo dos valores da CVF, VEF<sub>1</sub>, PFE e do índice VEF<sub>1</sub>/CVF em pacientes pós-AVE quando comparados a valores referência. Já no estudo de Pizzol et al. (4) 72,7% dos indivíduos apresentaram valores espirométricos normais, enquanto que apenas 27,3% apresentaram distúrbio restritivo, dados que se assemelham aos do presente estudo. No entanto, pode-se dizer que o GE apresenta uma pior dinâmica respiratória, pois para compensar uma ventilação alveolar deficiente devido a um volume corrente diminuído, tais indivíduos necessitam aumentar a frequência respiratória para manter o volume minuto. Tal fato diminui a ventilação alveolar e aumenta o volume de ar perdido no espaço morto anatômico. Portanto, a eficiência das trocas gasosas será menor, principalmente em atividades intensas onde é necessário que ocorra um aumento da ventilação. Segundo a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (18), valores anormais da VVM são encontrados em doenças restritivas clinicamente significantes, sendo possível para indivíduos com doença pulmonar restritiva ter valores para VVM dentro da faixa normal, pois para compensar a falta de aumento do volume, realizam-se aumentos significativos na frequência respiratória. A VVM é uma manobra dinâmica que exige contrações musculares repetidas, com movimentos de expansão e retração do tórax de forma rápida e brusca, simulando uma ventilação em esforço máximo, sendo possível estabelecer uma associação da resistência da musculatura respiratória e da expansibilidade do conjunto “pulmões-caixa torácica” (19). Tal fato nos faz considerar que se indivíduos apresentam uma força muscular dentro dos limites de normalidade, associado a volumes pulmonares normais, como ocorreu no presente estudo, a diminuição da VVM teve uma maior influência da alteração da expansibilidade torácica, que limita a função ventilatória dos indivíduos hemiparéticos.

O estudo de Albuquerque e Silva (31) evidenciou uma redução significativa da VVM em pacientes pós-AVE, que expressa a diminuição de reserva muscular ventilatória, com falta de *endurance*, o que aumenta os riscos destes indivíduos desenvolverem fadiga muscular durante grandes esforços. Sezer et al. (32) demonstraram em seu estudo que pacientes hemiplégicos apresentaram uma redução significativa da tolerância ao exercício. A fraqueza muscular, refletida pela incapacidade de gerar força muscular em níveis normais, tem sido reconhecida como fator limitante em pacientes pós-AVE. Nestes indivíduos as unidades motoras do lado parético são mais fadigáveis, levando a um déficit de resistência (29). Portanto os indivíduos pós-AVE apresentam um menor *endurance* muscular, o que também pode ter contribuído para a diminuição da VVM nesse grupo em relação ao grupo controle.

## Conclusões

Com base nos resultados deste estudo considera-se que os indivíduos pós-AVE apresentam diminuição da mobilidade toráco-abdominal, sendo esta mais restrita no tórax inferior. A força dos músculos respiratórios mostrou valores preservados tanto para o GE quanto para o GC, sem diferença significativa entre os grupos, apesar dos sujeitos do GE apresentarem uma tendência a diminuição da força dos músculos expiratórios. Quanto à função pulmonar constatou-se que os indivíduos pós-AVE obtiveram índices espirométricos considerados normais. No entanto a VVM mostrou-se significativamente diminuída nos indivíduos pós-AVE. Portanto, evidenciou-se que indivíduos

hemiparéticos apresentam alteração do componente dinâmico da respiração, fato comprovado com a diminuição significativa da mobilidade tóraco-abdominal e também da VVM, ambas manobras dinâmicas. Por outro lado, as manobras estáticas (como volumes e capacidades pulmonares) e força dos músculos respiratórios não apresentaram diminuição significativa.

Desta forma podemos concluir que o componente dinâmico da avaliação respiratória é prejudicado em pacientes hemiparéticos pós-AVE. Esse é um importante componente a ser avaliado de forma objetiva pelo fisioterapeuta para que se possa organizar melhor a terapêutica prescrita a esses pacientes.

## **Agradecimentos**

Nossa gratidão a todos os “sujeitos da pesquisa”, pois sem eles este desafio não poderia ser vencido, assim como a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que este estudo se concretizasse.

## **Referências**

1. Rowland L. Merritt: tratado de neurologia. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
2. Giuliani CA. Dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy: support for concepts of motor control. *Phys Ther.* 1991 Mar;71(3):248-59.
3. Lima FPS, Martins RABL. Efeito da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) e dos exercícios isotônicos no fortalecimento dos músculos flexores e extensores de joelho em pacientes hemiplégicos [dissertação]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba – UniVap; 2005.
4. Pizzol R, Yu F, Bott G, Tarumoto M. Avaliação espirométrica e das pressões respiratórias máximas de indivíduos com hemiplegia. *Rev Bras Fisioter.* 2004;Suppl.: S85.
5. Ramos P, Silva A. Fisioterapia respiratória em pacientes neurológicos adultos. In: Moura EW, Silva P, editores. *Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação.* São Paulo: Artes Médicas; 2005.
6. Carvalho CR. *Fisiopatologia respiratória.* São Paulo: Atheneu; 2005.
7. Bachir LA, Baraldi IA. Influência do alinhamento do tronco na melhora do ombro doloroso do hemiplégico (estudo de caso). *Reabilitar.* 2002;14:28-37.
8. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos: provas e funções.* 4. ed. São Paulo: Manole; 1995.
9. Davies PM. *Exatamente no centro: atividade seletiva do tronco no tratamento da hemiplegia no adulto.* São Paulo: Manole; 1996.
10. Scanlan CL, Wilkins RL, Stoller J. *Fundamentos da teoria respiratória de Egan.* 7. ed. São Paulo: Manole; 2000.
11. Inácio E, Carvalho I, Alcântara T, Faria C, Queiroz C, Salmela L, et al. Força muscular e padrão respiratório em hemiplégicos crônicos. *Rev Bras Fisioter.* 2004;Supl.:S92.
12. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2003 Sep;61(3-B):777-81. Portuguese.
13. Biring MS, Lewis MI, Liu JT, Mohsenifar Z. *Pulmonary Physiologic Changes of Morbid Obesity.*

Am. J. Med. Sci. 1999 Nov;318(5):293-97.

14. Mahoney FI, Barthel D. Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J.* 1965 Feb;14:61-5.

15. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987 Feb;67(2):206-7.

16. Kakizaki F, Shibuya M, Yamazaki T, Yamada M, Suzuki H, Homma I. Preliminary report of the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation.* 1999 Nov-Dec;19(2):390-1. 1999; 44(4): 409-14.

17. Brunetto AF. *Fisioterapia na DPOC: um sopro para a vida.* Londrina: EDUEL; 2009.

18. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol.* 2002;28(Suppl 3):S1-S238.

19. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999 Jun;32(6):719-27.

20. Simões RP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M. Influence of age and sex on respiratory muscle strength. *Fisioter Pesqui.* 2007 Jan-Apr;14(1):36-41. Portuguese.

21. Sarmento GJV. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico.* São Paulo: Manole; 2005.

22. Ogiwara S, Ogura K. Antero-Posterior Excursion of the Hemithorax in Hemiplegia. *J Phys Ther Sci.* 2001;13(1):11-5.

23. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica.* 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.

24 Kapandji AL. *Fisiologia articular.* 5. ed. São Paulo: Médica Panamericana; 2000. Vol. 3

25. Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, Brant TC, Inácio EP, Alcântara TO, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005 Oct;86(10):1974-8.

26. Cardoso SRX, Pereira JS. Analysis of breathing function in Parkinson's disease. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2002 Mar;60(1):91-5. Portuguese.

27. Joukhadar E, Mota J, Vitoriano M, Neiva P, Mattede R. Avaliação da força dos músculos inspiratórios e expiratórios em indivíduos hemiparéticos adultos idosos e saudáveis. *Rev Bras de Fisioter.* 2004;Supl.:S119.

28. O'Dwyer NJ, Ada L, Neilson PD. Spasticity and muscle contracture following stroke. *Brain.* 1996 Oct;119(Pt 5):1737-49.

29. Teixeira-Salmela LF, Oliveira, ESG, Santana EGS, Resende GP. Muscle strengthening and physical conditioning in chronic stroke subjects. *Acta Fisiátrica.* 2000 Dec;7(3):108-18. Portuguese,

30. Moreno MA, Catai AM, Teodori RM, Borges BLA, Cesar MC, Silva E da. Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Reeducation method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary young males. *J Bras Pneumol.* 2007 Nov-Dec;33(6):679-86. Portuguese.

31. Albuquerque T, Silva WF da. Análise da mecânica ventilatória em pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (AVE). Rev Fisio & Terapia [Internet]. 2007 [citado 2007 Out. 22]. Disponível em: <http://www.novafisio.com>.
32. Sezer N, Ordu NK, Sutbeyaz ST, Koseoglu BF. Cardiopulmonary and metabolic responses to maximum exercise and aerobic capacity in hemiplegic patients. *Funct Neurol*. 2004 Oct-Dec;19(4):233-8.

**Recebido em:** 24/11/2009

**Aceito em:** 12/12/2009