

# Treinamento em Esteira e Fortalecimento Muscular no Tratamento de Hemiparéticos Crônicos

*Treadmill Training and Muscle Strengthening for Treat of Chronic Hemiparetic Stroke Patients*

*Jonathan Borges de Castro<sup>1</sup>, Jenifer Cristina Abilel<sup>1</sup>, Edna Maria Lavisio<sup>2</sup>, Edna de Souza Cruz Uematsu<sup>3</sup>, Juliano Viudes Moraes<sup>4</sup>, Alexandre da Silva<sup>5</sup>*

## RESUMO

**Objetivo.** analisar a aptidão cardiorrespiratória, o equilíbrio e a mobilidade de indivíduos hemiparéticos crônicos em resposta a um programa de treinamento em esteira e fortalecimento muscular. **Método.** Estudo quasi-experimental analítico, com participação de dez indivíduos hemiparéticos de ambos os sexos, com idade entre 40 e 74 anos que realizaram programa de treinamento com sessões de 80 minutos, três vezes por semana durante quatro meses, avaliados por meio do Teste de Esforço em Esteira (TE), Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA), Manovacuometria e mensuração da capacidade inspiratória máxima. Na análise estatística foram utilizados Teste T de Student e ANOVA com  $\alpha=0,05$ . **Resultados.** Houve aumento na média da distância percorrida de 145,4% no TE, este apresentou-se eficaz em 20% dos casos na avaliação inicial e em 70% dos casos na final. No teste POMA observou-se melhora de 24,7% no equilíbrio e 14,3% na marcha. A pressão inspiratória máxima aumentou 32,6%, a expiratória 55,25% e a capacidade inspiratória 20%. **Conclusão.** Os resultados encontrados mostraram que o treinamento em esteira associado ao fortalecimento muscular melhorou a função cardiorrespiratória, a capacidade funcional, equilíbrio e mobilidade dos participantes deste estudo.

**Unitermos.** Acidente Cerebral Vascular, Reabilitação, Treinamento de Resistência, Exercício, Teste de Esforço.

**Citação.** Castro JB, Abilel JC, Lavisio EM, Uematsu ESC, Moraes JV, Silva A. Treinamento em Esteira e Fortalecimento Muscular no Tratamento de Hemiparéticos Crônicos.

**Trabalho realizado na Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo-SP, Brasil.**

1. Fisioterapeuta, pós graduando em Fisioterapia Cardiorrespiratória e Hospitalar, UNICSUL, São Paulo-SP, Brasil.
2. Médica Especialista em Cardiologia e UTI, Mestranda em Semiótica, Tecnologias da Informação e Educação pela UBC, Professora de Clínica Médica da UNICSUL, São Paulo-SP, Brasil.
3. Fisioterapeuta, Mestre em Ciências do Movimento pela UNG, Especialista em Estudos Avançados em Fisioterapia pela UMC, Professora de Fisioterapia Neurofuncional da UNICSUL, São Paulo-SP, Brasil.
4. Fisioterapeuta, pós graduando em Fisioterapia do Trabalho, CBES, São Paulo-SP, Brasil.
5. Fisioterapeuta, Mestre em Reabilitação e Especialista em Gerontologia pela UNIFESP, Professor de Fisioterapia em Saúde Coletiva da UNICSUL, São Paulo-SP, Brasil.

## ABSTRACT

**Objective.** To analyze the cardiorespiratory aptitude, the balance and mobility of chronic hemiparetic individuals in reply to a program of treadmill training and muscle strengthening. **Method.** Quasi-experimental analytic study, with the participation of 10 hemiparetic individuals of both sexes between 40 and 74 years old that had achievement program of training with sessions of 80 minutes, 3 days per week during 4 months, evaluated by means of the Stress Testing (ST), Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA), Manovacuometry and measure of the maximum inspiratory capacity. We used paired Student T Test and two way ANOVA with  $\alpha=0,05$ . **Results.** The media of covered distance increased 145,4% in the ST; this one was effective in 20% of the cases in the initial evaluation and in 70% of the cases in the final evaluation. In POMA test were observed improvement of 24,7% in balance and 14,3% in march. The maximum inhaling pressure raised 32,6%, the exhaling 55,25% and the inhaling capacity 20%. **Conclusion.** The obtained results had shown that the treadmill training associated to muscle strengthening improved the cardiorespiratory function, the functional capacity, balance and mobility of the participants of this study.

**Keywords.** Stroke, Rehabilitation, Resistance Training, Exercise, Exercise Test.

**Citation.** Castro JB, Abilel JC, Lavisio EM, Uematsu ESC, Moraes JV, Silva A. Treadmill Training and Muscle Strengthening for Treat of Chronic Hemiparetic Stroke Patients.

### Endereço para correspondência:

Edna de Souza Cruz Uematsu  
Clínica de Fisioterapia - Universidade Cruzeiro do Sul  
Rua Taiuvinha, 31 - Vila Jacuí  
CEP 08060-040, São Paulo-SP, Brasil  
Tel.: (11) 2037-5800  
E-mail: edna.uematsu@cruzeirodosul.edu.br

Original

Recebido em: 09/12/09

Aceito em: 16/11/10

Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

As doenças cerebrovasculares representam as principais causas de morte no Brasil. Dentre essas doenças, o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é considerado a causa mais comum de deficiência em adultos, pois quando não leva à morte, normalmente gera incapacidade e dependência<sup>1</sup>. A presença de deficiências motoras são caracterizadas pela fraqueza muscular, alteração do tônus e movimentos estereotipados, que podem limitar as habilidades para realizar atividades como deambular, subir escadas e autocuidar-se<sup>2</sup>.

A incidência do AVC aumenta de modo significativo com a idade, sendo que, dois terços dos acometidos são pessoas acima dos 65 anos. Estima-se que em 2020, quatorze por cento da população brasileira esteja com essa idade e o risco de adquirir a doença dobra a cada 10 anos. Os índices de sobrevivência são altos, sendo que nos indivíduos com idade entre 75 e 84 anos a taxa de sobrevivência é de 79%, acima dos 85 anos essa taxa é de 67%<sup>3</sup>.

O sinal clínico mais comum é a hemiplegia, que em sua forma mais atenuada, caracterizada pela fraqueza muscular, é denominada hemiparesia, geralmente acompanhada de espasticidade com predomínio na musculatura flexora de membros superiores e extensora de membros inferiores<sup>2</sup>. A fraqueza muscular tem sido reconhecida como fator limitante para pacientes pós-AVC. Até pouco tempo atrás acreditava-se que o fortalecimento muscular poderia exacerbar a restrição imposta pelo músculo espástico e reforçar os padrões anormais de movimento, entretanto, trabalhos que empregaram programas de fortalecimento muscular e/ou condicionamento físico em pacientes hemiparéticos obtiveram ganhos funcionais sem alterar o tônus muscular<sup>3,4</sup>. Por não gerar força em níveis normais, ocorre um aumento no gasto energético para determinada atividade e, conseqüentemente, os músculos tornam-se mais fadigáveis, levando a um déficit na resistência<sup>1,2,5</sup>. O gasto energético necessário para realizar a deambulação de rotina é elevado em aproximadamente 1,5 a 2 vezes nos indivíduos hemiparéticos comparados com indivíduos saudáveis<sup>6</sup>.

Em relação aos tratamentos, a fisioterapia convencional tem como principais objetivos ganhos motores e funcionais, como aumento de força muscular e amplitude de movimento, treino de marcha, equilíbrio e coordenação,

entre outros. Essa abordagem clássica muitas vezes se torna limitada, uma vez que, o paciente pós-AVC possui baixa tolerância ao exercício físico devido à redução da capacidade aeróbica, tendo por consequência um aumento do gasto energético durante a realização de qualquer atividade e uma redução na capacidade de gerar força. Contudo, pacientes hemiparéticos crônicos, quando submetidos a programas de fortalecimento muscular e condicionamento físico, apresentam aumento da capacidade aeróbica, melhora funcional e na qualidade de vida<sup>1,4,7-10</sup>.

Ao longo de semanas de prática regular e repetitiva ao exercício, desenvolvem-se adaptações morfofuncionais, chamadas de efeitos crônicos, que aumentam a capacidade do organismo de responder aos estímulos agudos do exercício. A prática regular de exercícios de resistência evoca uma grande variedade de mudanças fisiológicas que melhoram a habilidade em responder as demandas de exercícios subsequentes. Essas adaptações permitem realizar uma determinada quantidade de trabalho com menos estresse fisiológico, permitindo que se torne mais ativo nas rotinas diárias e possibilitando maior independência<sup>11,12</sup>.

A diminuição do estresse fisiológico proveniente da prática de atividade física possui relação com o aumento do volume máximo de oxigênio consumido ( $VO_{2\text{máx}}$ ), que em pacientes hemiparéticos é cerca de 50% menor quando comparado à população normal<sup>13</sup>. Muitos estudos indicam que pessoas sedentárias dentro de diversas populações experimentam melhoras de 15% ou mais no  $VO_{2\text{máx}}$  com apenas três meses de programa de treinamento de resistência, desenvolvendo tolerância para a realização de atividades de vida diária<sup>4,6,11</sup>. Além disso, o trabalho submáximo tende a diminuir a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) em repouso, melhorando o perfil de risco cardiovascular em indivíduos após o AVC<sup>3,12</sup>.

Nosso objetivo foi avaliar os efeitos do treinamento em esteira e fortalecimento muscular sobre os sistemas cardiovascular e respiratório, e a mobilidade de indivíduos hemiparéticos crônicos.

## MÉTODO

Este é um estudo quasi-experimental analítico, desenvolvido na Clínica Escola de Fisioterapia da Uni-

versidade Cruzeiro do Sul, em São Paulo, no período de janeiro a junho de 2009 e aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Pesquisa da Universidade, sob o protocolo nº 151/2008.

### **Amostra**

Participaram deste estudo dez indivíduos de ambos os sexos, com idade superior a 40 anos, hemiparéticos por sequela de AVC isquêmico ou hemorrágico. Como critérios de inclusão foram selecionados para pesquisa indivíduos com tempo de evolução do AVC maior que 6 meses, capazes de realizar exercícios por 45 minutos com intervalos de repouso, deambular por no mínimo 15 minutos com ou sem dispositivos de auxílio para marcha, com exceção de andador e apresentar boa compreensão para seguir as propostas do estudo. Foi solicitado que todos portassem atestado de médico cardiologista liberando-os para atividade física, que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e que estivessem disponíveis por 18 semanas consecutivas durante aplicação do programa de treinamento e testes específicos, além de não estarem realizando tratamento de fisioterapia ou outra atividade de condicionamento. Foram excluídos da pesquisa indivíduos que apresentassem inviabilidade médica atestada por qualquer motivo de saúde que restringisse a participação no programa de condicionamento físico.

### **Procedimentos de Avaliação**

A avaliação do tratamento aconteceu por meio da comparação de testes específicos de esforço, mobilidade, equilíbrio, pressões respiratórias máximas e capacidade inspiratória máxima, obtidas antes, durante e após o programa de condicionamento, além da monitorização diária da PA, FC e frequência respiratória.

O Teste de Esforço em Esteira foi utilizado por meio do Protocolo de Naughton que avalia as respostas clínicas, hemodinâmicas, eletrocardiográficas e metabólicas ao esforço de indivíduos com limitação física importante. É um exame de baixo custo, de fácil execução e alta reprodutibilidade, aplicado para avaliar a tolerância e causas de limitação dos pacientes ao exercício, delinear uma prescrição segura e adequada para o programa de condicionamento físico, além de avaliar as mudanças ocorridas no pré e pós-treinamento<sup>14</sup>.

Para avaliação da mobilidade foi utilizado o teste POMA que inclui itens de equilíbrio estático e dinâmico, dividido nos subgrupos equilíbrio e marcha. Os testes de equilíbrio são: equilíbrio sentado, levantar e sentar em uma cadeira, equilíbrio em pé (olhos abertos e olhos fechados, suportando uma perturbação, apoio sobre uma perna, apoio com pés alinhados, estendendo os braços à frente, curvando-se para frente) e girar 360°. Os testes de marcha incluem uma avaliação do início da marcha, desvio do trajeto, subida de degraus, giro e tempo de marcha. Os itens são pontuados em uma escala de 0 a 2 e recebem uma pontuação total de 28 pontos<sup>15</sup>.

A mensuração da pressão respiratória máxima (PRM) foi realizada com um manovacuômetro digital da marca MVD 300, escalonado de 1 em 1 cmH<sub>2</sub>O, com variações de -300/+300cmH<sub>2</sub>O. Através da PRM pode-se determinar a gravidade, as consequências e o progresso de diversas disfunções pulmonares e neuromusculares. Na avaliação da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) os participantes foram orientados a realizar uma inspiração forçada a partir do volume residual. Para mensurar a pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) os participantes realizaram expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total. O exame foi realizado com os participantes sentados, eretos e com os pés apoiados<sup>16</sup>.

Para avaliação da capacidade inspiratória foi utilizado um equipamento Voldyne 5000, em que os participantes foram orientados a inspirar profundamente através do bocal do equipamento até capacidade pulmonar total, partindo da capacidade residual funcional.

### **Protocolo de treinamento**

As intervenções foram realizadas 3 vezes por semana, em dias alternados com tempo médio de 80 minutos por sessão durante um período de 4 meses. O protocolo de treinamento incluiu exercícios preparatórios de alongamento muscular passivo e auto-alongamento para membros superiores, inferiores e tronco, com duração média de 10 minutos. Caminhada em esteira ergométrica, seguindo parâmetros individualizados, com tempo de 10 a 35 minutos e velocidade de acordo com a condição de mobilidade do participante. No período inicial foram realizados exercícios de baixa intensidade e de menor tempo, aumentando progressivamente, de acordo

com o tolerado pelo participante, baseado nos resultados do Teste de Esforço e no acompanhamento de médico cardiologista. Após a esteira, foram realizados exercícios ativos livres e resistidos com uso de halteres, faixas elásticas e bola terapêutica com tempo médio de 15 minutos, seguidos de resfriamento com exercícios respiratórios e de relaxamento global por cerca de 5 minutos.

### Análise estatística

Para análise estatística foi utilizado o Teste T de Student (pareado) para os dois momentos avaliados do TE. O teste ANOVA (fator duplo sem repetição) foi aplicado em todas as outras variáveis com três momentos avaliados. Para ambos os testes foram utilizados  $\alpha$  com nível de significância igual a 0,05.

## RESULTADOS

### Caracterização da Amostra

A amostra foi constituída de 10 pacientes hemiparéticos por seqüela de AVC, sendo 4 homens e 6 mulheres, com idade variando entre 40 e 74 anos ( $54,8 \pm 10$ ). Apresentavam tempo de evolução após o primeiro episódio de AVC variando entre 1 e 7 anos ( $5 \pm 2$  anos), 60% com comprometimento motor de domínio direito e 40% no esquerdo. Dos 10 participantes apenas 1 era canhoto e 70% deles tiveram o hemisfério dominante atingido pela

parésia. Os diagnósticos clínicos em 60% dos casos foram de AVC isquêmico e 40% hemorrágico. Metade dos participantes utilizava dispositivos de auxílio à marcha (bengala ou muleta canadense) e 40% órtese de tornozelo/pé. Todos possuíam Hipertensão Arterial Sistêmica como doença associada e faziam uso de mais de um medicamento anti-hipertensivo, sendo estes de mecanismos e classes diferentes. Dentre os fármacos utilizados, 50% usavam betabloqueadores, 90% inibidores da enzima de conversão da angiotensina (captopril), 60% diuréticos tiazídicos (hidroclortiazida) e 20% bloqueadores dos canais de cálcio (Nifedipina). Todos os pacientes com AVC isquêmicos utilizavam, também, antiagregante.

### Teste Ergométrico de Esforço em Esteira (TE)

O TE é considerado eficaz quando se atinge, pelo menos, a FC submáxima, que representa 85% da FC máxima do indivíduo. O teste foi eficaz para 20% dos participantes na avaliação inicial e ao final do programa para 70%. Na comparação entre os dois períodos avaliados, conforme observado na Tabela 1, houve um aumento significativo de 387,6 metros (145,4%) na média da distância percorrida pelo grupo. Todos os participantes apresentaram melhor desempenho durante a última avaliação.

Na avaliação inicial 5 participantes (50%) realizaram apenas o primeiro estágio do teste, sendo que destes,

Tabela 1

Resultados obtidos durante aplicação do Teste Ergométrico de Esforço em Esteira no início e ao final do programa de treinamento em esteira com pacientes hemiparéticos

Domínio	Inicial	Após 4 meses	Valor de p
Estágio Atingido do Teste	2,5 ± 2,22	5 ± 2,35	0,003
Distância Percorrida (metros)	266,49 ± 348,83	653,95 ± 354,99	0,003
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	8,6 ± 7,5	17,8 ± 9,1	0,002
PA Sistólica Repouso (mmHg)	130 ± 7,9	125 ± 10	0,27
PA Diastólica Repouso (mmHg)	90 ± 5,2	90 ± 7	0,75
PA Média Repouso (mmHg)	86,7 ± 4,5	87,8 ± 5,3	0,75
FC Repouso (bpm)	81,5 ± 10,8	80,5 ± 10,9	0,75
PA Sistólica Máxima (mmHg)	171 ± 20,2	196 ± 15,8	0,003
PA Diastólica Máxima (mmHg)	92 ± 9,2	100 ± 8,2	0,052
PA Média Máxima (mmHg)	118,3 ± 11,2	132 ± 9,6	0,004
FC Máxima (bpm)	122,6 ± 27,9	147,2 ± 24,9	0,045

Legenda: PA= Pressão Arterial; FC= Frequência Cardíaca; VO<sub>2</sub>máx= Pico do Consumo Máximo de Oxigênio

2 (40%) não conseguiram atingir a metade do estágio, por apresentarem deficiência acentuada na mobilidade e no equilíbrio. Na segunda avaliação somente uma participante não conseguiu passar para o segundo estágio do teste, porém a dificuldade da participante em realizar a marcha foi muito menor do que na primeira avaliação, conseguindo realizar normalmente o teste enquanto a esteira se manteve na velocidade de 1mph.

Ainda na Tabela 1 é possível observar que a FC e a PA em repouso nos dois momentos avaliados do TE não apresentaram diferenças significativas, porém ao esforço comparando-se os dois momentos houve aumento significativo de 20% na FC Máxima e 11,6% na PA Média Máxima, devido ao nível de esforço mais alto que os participantes atingiram no teste ao final do programa.

### Avaliação Orientada para o Desempenho (POMA I)

Conforme apresentado no Gráfico 1, houve aumento de 21,4% na pontuação média geral do grupo. Todos os participantes melhoraram a pontuação total do teste, sendo que 3 participantes (30%) atingiram a pontuação máxima ao final do programa. O equilíbrio obteve aumento de 24,7%. Neste domínio 9 participantes (90%) melhoraram a pontuação do teste, sendo que destes, 4 (44,4%) obtiveram pontuação máxima e 1 (11,1%) manteve a pontuação da avaliação inicial. A marcha obteve aumento de 14,3%. Neste domínio 8 participantes (80%) melhoraram a pontuação do teste, sendo que destes, 7 (87,5%) obtiveram pontuação máxima. Os outros 2 (20%) mantiveram a mesma pontuação da avaliação inicial.

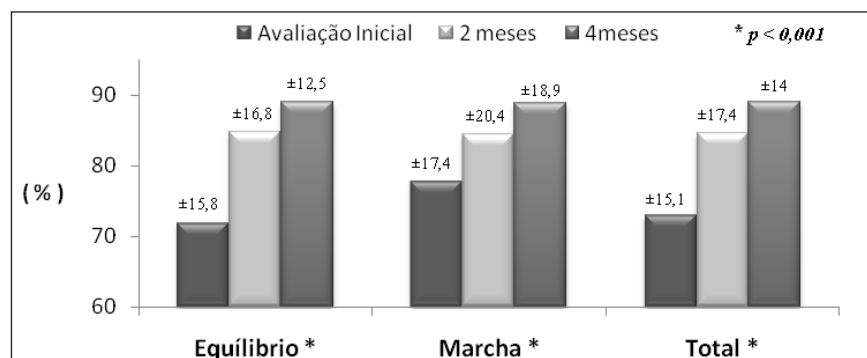


Gráfico 1. Representação dos resultados obtidos durante aplicação do Performance-Oriented Mobility Assessment nos três momentos avaliados do programa de treinamento com pacientes hemiparéticos.

### Pressões e Volumes Respiratórios

O Gráfico 2 demonstra melhora significativa de 55,25% da PEmáx, com aumento de  $20,5 \pm 25,8$  cmH<sub>2</sub>O na média entre os participantes do estudo. Com relação à avaliação inicial, 90% dos participantes apresentaram aumento e 10% apresentaram redução na PEmáx aferida. Já na Plmáx a melhora de 32,6% observada na média entre os participantes do estudo não foi significativa ( $p = 0,068$ ). Com relação à avaliação inicial 80% dos participantes apresentaram aumento e 20% redução na Plmáx aferida.

Em relação ao sexo os valores de força muscular respiratória obtidos pelas mulheres foram inferiores aos valores alcançados pelos homens. Houve aumento na Plmáx de 43,5% para as mulheres e de 47% para os homens, já os valores obtidos na PEmáx aumentaram em 55,3% e 55,4% respectivamente.

Como apresentado no Gráfico 3, houve melhora significativa ( $p < 0,001$ ) de 57,3% na capacidade inspiratória máxima com aumento de 860 ml na média entre os participantes do estudo. Com relação à avaliação inicial 80% dos participantes apresentaram aumento e 20% não apresentaram mudanças na capacidade inspiratória máxima aferida.

### DISCUSSÃO

A perda da habilidade de andar representa um dos maiores problemas encontrados em pacientes com comprometimentos neuromusculares. Dentre outros fatores, a redução da velocidade da marcha dos indivíduos hemiparéticos está relacionada à espasticidade, alterações de equilíbrio, fraqueza muscular e descondição físico resultante de inatividade. Existe, ainda, a dificuldade em manter o peso sobre o hemitórax afetado, o que interfere no controle postural, gerando dificuldades em realizar movimentos de tronco e membros. A idade representa outro fator determinante para o desempenho da mobilidade funcional destes pacientes, quanto mais avançada for, menos eficaz torna-se a marcha em relação ao conforto e velocidade, ocasionando um maior gasto energético<sup>8,17</sup>.



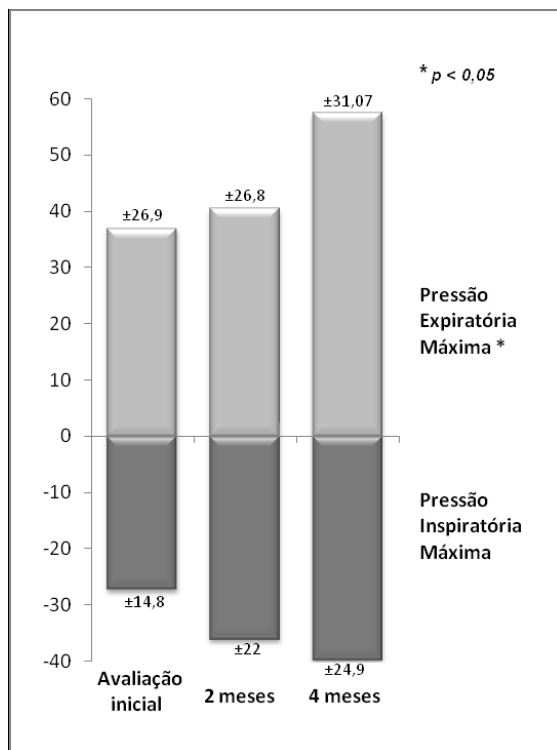


Gráfico 2. Comparação da média obtida nas avaliações das pressões inspiratória e expiratória máxima do grupo de participantes nos três momentos avaliados do programa de treinamento com pacientes hemiparéticos.

O gasto energético durante a marcha em pacientes hemiparéticos varia de acordo com o grau de fraqueza, espasticidade, treinamento e uso de órteses, porém o consumo de oxigênio na caminhada é mais elevado nessa população quando comparados com indivíduos fisicamente saudáveis. O comprometimento motor do AVC faz com que o gasto energético durante a caminhada seja até duas vezes maior, assim como o aumento do gasto energético

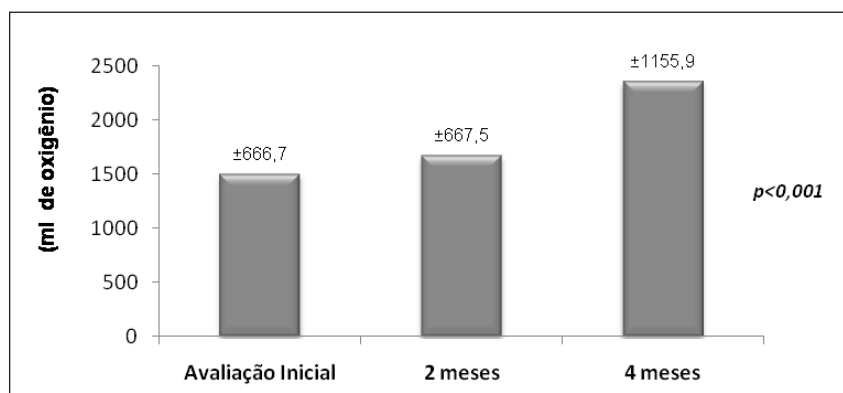


Gráfico 3. Comparação da média obtida na avaliação da capacidade inspiratória máxima do grupo nos três momentos avaliados do programa de treinamento com pacientes hemiparéticos.

na execução de AVDs básicas, podendo criar um círculo vicioso de diminuição da atividade e da intolerância ainda maior aos exercícios, levando a complicações secundárias, como a aptidão cardiorrespiratória reduzida, atrofia muscular, osteoporose e insuficiência de circulação nas extremidades inferiores<sup>4</sup>.

Os modelos de reabilitação atuais mais comumente utilizados não são considerados suficientes para a recuperação motora e cardiorrespiratória, pois não proporcionam exercícios adequados para reverter o descondicionamento físico, não possuem tarefas de repetição o suficiente para otimizar a reaprendizagem motora para deambulação e nem a manutenção para que os benefícios sejam mantidos em longo prazo. O treinamento em esteira pode ser utilizado com intuito de aperfeiçoar a reabilitação motora enquanto condiciona o sistema cardiovascular<sup>10</sup>.

O alto volume de repetições que é necessário para que o paciente realize a marcha na esteira em um padrão mais desejável de simetria e de ativação sensório-motora proporcionam uma exposição a estímulos biomecânicos e neurofisiológicos que promovem adaptações duradouras no desempenho motor, representando um quesito fundamental de aprendizagem de habilidades que é a prática através da repetição automática. No presente estudo foi observado que estas adaptações promoveram mudanças na marcha dos participantes, acarretando melhoras verificadas no decorrer de cada sessão, assim como no Teste de Esforço em Esteira e no POMA, que também verificou a melhora do equilíbrio, fator importante para estabilidade, segurança e prevenção de quedas durante a marcha.

O exercício físico após o AVC é de fundamental importância para o combate e a prevenção ao descondicionamento cardiovascular e das doenças cardiovasculares que acompanham a inatividade física<sup>18</sup>.

A literatura descreve a HAS como o principal fator de risco para AVC, sendo grande a incidência de HAS como doença associada em indivíduos hemiparéticos, casuística observada em todos os participantes deste estudo. É comum encontrá-la presente

em pacientes com menos de 50 anos vítimas de AVC<sup>19</sup>, embora um dos principais fatores de risco seja a idade avançada, o que justifica a maioria dos pacientes terem mais de 60 anos. Vários estudos têm verificado a diminuição da idade de indivíduos ao sofrerem AVC de 60 a 74 anos em média para menos de 55 anos, assim como observado nos participantes deste estudo<sup>19,20</sup>.

Pode-se considerar o aumento da prática de exercícios aeróbicos uma estratégia eficaz para a prevenção e tratamento de HAS, visto que na literatura há evidências de que a atividade física de longo prazo reduz os níveis pressóricos de indivíduos normotensos e hipertensos em repouso e durante o exercício<sup>21</sup>. Existe ainda a possibilidade do paciente hipertenso diminuir a dosagem dos seus medicamentos anti-hipertensivos ou até ter a sua PA controlada, como mostram diversos trabalhos que estudaram o efeito do exercício físico sobre a PA, os quais apontaram benefícios, principalmente, sobre os níveis de repouso da PA<sup>22</sup>.

Durante as verificações de controle da PA, realizadas rotineiramente em três momentos de cada sessão, foram observadas melhoras com redução da PA de repouso e estabilização durante as atividades de esforço. Essas melhoras possibilitaram a redução na medicação anti-hipertensiva de participantes do grupo durante o acompanhamento médico. Assim como sugerido em um estudo com treinamento aeróbico em bicicleta ergométrica, três vezes por semana durante 10 semanas com indivíduos hemiparéticos crônicos, em que os autores observaram diminuição dos valores pressóricos, que poderiam servir de complemento para se atenuar a dosagem das drogas anti-hipertensivas<sup>23</sup>. Em outro estudo com seis meses de atividade física regular, foi observado que a PA, que no início era alta e instável, após treinamento aeróbico de longa duração e baixa intensidade, manteve-se estável e dentro dos limites considerados normais<sup>24</sup>.

O treinamento aeróbico tende a reduzir, também, a FC em repouso e durante o exercício realizado em cargas submáximas de trabalho. Esses efeitos podem ser atribuídos à redução da hiperatividade simpática e aumento da atividade parassimpática, mudança no marca-passo cardíaco ou mesmo na melhora da função sistólica. A FC máxima não é alterada de modo apreciado, porém após condicionamento serão necessários níveis mais intensos

de esforço para que essa FC máxima seja alcançada<sup>25</sup>. Neste estudo não foram observadas diferenças na FC de repouso após o programa de tratamento, contudo a frequência manteve-se nos padrões de normalidade durante todo o programa. Todos os participantes faziam uso da medicação anti-hipertensiva, mesmo aqueles em uso de betabloqueador, o que, por precaução, limitou a FC máxima na realização do TE, para evitar uma possível crise hipertensiva.

Em um estudo realizado com pacientes hemiparéticos, após programa de condicionamento aeróbico, não foram observadas alterações na FC com o teste de caminhada de seis minutos após o programa, contudo a velocidade da marcha obteve um aumento significativo, assim como a distância percorrida no teste, exigindo uma FC que suprisse as condições hemodinâmicas<sup>8</sup>.

A atividade física é um fator relevante para o envelhecimento saudável e parece haver, também, correlação entre atividade física geral e o aumento da força dos músculos respiratórios, embora não sejam exercícios direcionados a esta finalidade. Os valores quanto à força muscular obtidos no presente estudo ao final do programa de treinamento mantiveram-se abaixo do esperado para indivíduos saudáveis da mesma idade e sexo<sup>16</sup>. Para os homens, a PEmáx obtida foi 70% da estimada e a PImáx 60%, enquanto para as mulheres, a PEmáx obtida foi 35,6% da estimada e a PImáx 40%. No entanto, observou-se melhora significativa da força muscular expiratória e melhora clinicamente significativa da força muscular inspiratória nestes participantes, com aumento também significativo da capacidade inspiratória máxima.

A diferença nos ganhos de PImáx e PEmáx pode ser explicada pelo fato que, durante a respiração normal, a inspiração se dá por um processo mecânico ativo, o que exige contração muscular, mesmo que diminuída, fazendo com que a musculatura inspiratória mantenha um mínimo de força e condicionamento. Já a expiração em situações normais é um processo passivo, sem a necessidade de contração muscular. Ao submeter um indivíduo a um programa de condicionamento aeróbico, exige-se dele um trabalho de força e resistência muscular, tanto de músculos inspiratórios, como de músculos expiratórios. Estes últimos por permanecerem inativos a maior parte do tempo, após o programa de condicionamento, evi-

denciam melhora mais significativa que os inspiratórios que já se encontravam em melhores condições, sofrendo alterações em proporções menores para atingir o ideal. O mesmo resultado foi observado em um estudo realizado por meio de treinamento aeróbico em indivíduos normais, em que não houve diferença antes do treinamento muscular na PImáx e PEmáx, porém, após o treinamento a PEmáx aumentou significativamente em 25,4%. Enquanto que a PImáx, apesar de melhorar, não apresentou alterações significantes<sup>26</sup>.

A espasticidade em pacientes hemiparéticos, quando acentuada no abdômen dificulta a ação diafragmática, levando a um desconforto respiratório e ao uso da musculatura acessória<sup>27</sup>. Além disso, a PImáx e PEmáx apresentam valores inferiores ao previsto para a idade, indicando a diminuição da força dos músculos respiratórios nesses indivíduos<sup>5</sup>. Tendo em vista que os pacientes hemiparéticos apresentam complicações cardiorrespiratórias devido à imobilidade, a prática de atividade física, por meio de exercícios aeróbicos, pode ser considerada como forma de amenizar este quadro. É necessário que a atividade física seja mantida após o condicionamento, de outro modo ocorrerá perda gradativa da força muscular respiratória adquirida<sup>27</sup>.

Foi observado melhora significativa na distância percorrida e no pico do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) dos participantes deste estudo durante o TE, o que vai ao encontro com outros estudos que ao utilizarem protocolos de condicionamento aeróbico verificaram aumento no  $VO_2$ máx e diminuição do gasto energético<sup>10,28</sup>. O  $VO_2$ máx avalia de forma específica a capacidade aeróbica de um indivíduo. O sistema de transporte do oxigênio sofre uma adaptação favorável com o treinamento físico, que se exterioriza através de maiores valores de  $VO_2$ máx. O treinamento físico aumenta a diferença arteriovenosa de oxigênio através do aumento da volemia, da densidade capilar, do débito cardíaco e da extração periférica de oxigênio durante o exercício<sup>25</sup>. Em geral, a absorção de oxigênio em uma determinada carga de trabalho submáxima em pacientes que sofreram AVC é maior do que em indivíduos saudáveis, possivelmente devido à reduzida eficiência mecânica, os efeitos da espasticidade, ou ambos, apresentando um elevado consumo de oxigênio, principalmente durante atividades como a marcha.

Em contraste, o  $VO_2$ máx é reduzido nesses indivíduos. Aqueles que estão mais aptos possuem maiores valores de  $VO_2$ máx podendo exercer atividades físicas mais intensas<sup>4,29,30</sup>.

O elevado gasto energético nos indivíduos com AVC implica em importantes perdas e interfere diretamente na qualidade de vida dos mesmos. Esta diminuição da capacidade funcional causada pelo alto custo de oxigênio gera dificuldades na execução das atividades básicas e instrumentais de vida diária. A reduzida aptidão física pode ser um fator secundário, que limita a utilização das respostas adquiridas durante o processo de reabilitação e conseqüentemente o potencial para restabelecer sua independência física<sup>26</sup>. O gasto energético para realizar as atividades de vida diária pode ser menor se houver uma melhora da capacidade cardiovascular através de um treinamento aeróbico, o que permite que estas atividades sejam efetuadas com um menor percentual energético<sup>3,4</sup>.

O exercício aeróbico em longo prazo tende a proporcionar condicionamento físico, no qual, ao se realizar uma determinada tarefa de vida diária ou atividade, será exigido uma menor proporção de volume de oxigênio suficiente para suprir o gasto energético, além de poderem realizar atividades por um tempo prolongado, com menos fadiga. Este benefício previne ou retarda os prejuízos funcionais após o AVC<sup>26,31</sup>. Outro fator a ser considerado na inclusão desta modalidade de tratamento, é que o aumento da capacidade aeróbica relaciona-se com a melhora global da função sensorio-motora, visto que, o treinamento aeróbico proporciona adaptações neurológicas que aumentam o recrutamento de unidades motoras, promovendo uma adaptação sinérgica entre os grupos musculares, que melhora a coordenação neuromuscular e reduz a energia requerida para realização de atividades<sup>3,11,12</sup>.

O pequeno tamanho amostral do presente estudo, de certa forma, pôde ser compensado pela homogeneidade dos resultados obtidos durante os testes, assim como a compatibilidade com a literatura existente que demonstra a eficiência da fisioterapia através dos programas de treinamento em esteira e fortalecimento muscular no tratamento de pacientes hemiparéticos em decorrência de AVC. Outras limitações do estudo foram a ausência de avaliações com métodos mais complexos e dispendiosos como diluição de gases inertes, ausência dos níveis



de saturação, níveis de lactato durante o TE, análise da atividade autonômica do sistema cardiovascular e análise biomecânica detalhada durante a marcha.

Novos estudos devem ser realizados, principalmente no que se refere à qualidade de vida destes pacientes, tendo como principais objetivos o reforço aos resultados já encontrados e o incentivo a introdução destes recursos nos programas de fisioterapia mais comumente utilizados, sobretudo nos programas de saúde pública, visto que este é um método de intervenção relativamente barato, que apesar da atenção individualizada para cada paciente, pode ser aplicado de forma coletiva. Essas intervenções além de tudo poderiam contribuir no desfogamento dos serviços de saúde, na diminuição da quantidade de medicamentos administrados a essa população, e num possível retorno desses indivíduos a uma vida social e economicamente ativa.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo sugerem que o treinamento em esteira associado ao fortalecimento muscular pode melhorar a capacidade funcional, influenciada pelo desenvolvimento da mobilidade e do equilíbrio, e, conseqüentemente, produzir adaptações cardiorrespiratórias, como a diminuição da hipertensão arterial, aumento do consumo máximo de oxigênio, da força muscular respiratória e da capacidade inspiratória máxima, favorecendo ao menor gasto energético, possibilitando melhor desempenho na execução de atividades físicas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Mello Centro de Diagnósticos e a coordenação do curso de Fisioterapia da Universidade Cruzeiro do Sul.

## REFERÊNCIAS

1. Teixeira-Salmela LF, Lima RCM, Lima LAO, Morais SG, Goulart F. Assimetria e desempenho funcional em hemiplégicos crônicos antes e após programa de treinamento em academia. *Rev Bras Fisioter* 2005;9:227-33.
2. Oliveira RJ. Atividade física e doença cerebrovascular. *Rev Bras Ciênc Mov* 2001;9:70-8.
3. Teixeira-Salmela LF, Oliveira ESG, Santana EGSS, Resende GP. Fortaleci-

- mento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. *Acta Fisiátrica* 2000;7:108-18.
4. Gordon NF, Cochair MG, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. *Stroke* 2004;35:1230-40.  
<http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000127303.19261.19>
  5. Fernandes MA, Freitas BHPF, Negrini F, Sampaio LMM, Medalha CC. Contribuições da avaliação cardiorrespiratória em pacientes hemiplégicos. *Arq Sanny Pesq Saúde* 2008;1:90-7.
  6. Luft A, Macko RF, Forrester LW, Goldberg A, Hanley DF. Post-stroke exercise rehabilitation: What we know about retraining the motor system and how it may apply to retraining the heart. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 2008;75:83-6.  
[http://dx.doi.org/10.3949/ccjm.75.Suppl\\_2.S83](http://dx.doi.org/10.3949/ccjm.75.Suppl_2.S83)
  7. Teixeira-Salmela LF, Faria CDCM, Guimarães CQ, Goulart F, Parreira VF, Inácio EP, et al. Treinamento físico e destreinamento em hemiplégicos crônicos: impacto na qualidade de vida. *Rev bras fisioter* 2005;9:347-53.
  8. Teixeira-Salmela LF, Silva PC, Lima RCM, Augusto ACC, Souza AC, Goulart F. Musculação e condicionamento aeróbio na performance funcional de hemiplégicos crônicos. *Acta Fisiátrica* 2003;10:54-60.
  9. Rimmer JH, Wang E. Aerobic exercise training in stroke survivors. *Top Stroke Rehabil* 2005;12:17-30.  
<http://dx.doi.org/10.1310/L6HG-8X8N-QC9Q-HHM8>
  10. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzell LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2005;36:2206-11.  
<http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000181076.91805.89>
  11. Frontera WR, Dawson DM, Slovick DM. Exercício físico e reabilitação. *Porto Alegre: Artmed*, 2001, p.59-70.
  12. Araújo CGS. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve introdução. *Rev Hipertens* 2001;4:78-83.
  13. Michael K, Macko RF. Ambulatory activity intensity profiles, fitness, and fatigue after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2007;14:5-12.  
<http://dx.doi.org/10.1310/tsr1402-5>
  14. Mastrocolla LE, Brito AX, Brito FS, Castro I, Godoy M, Alfieri RG, et al. Consenso nacional de ergometria. *Arq Bras Cardiol* 1995;65:417-23.
  15. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility in elderly. *J Am Geriatr Soc* 1986;34:119-26.
  16. Neder JÁ, 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;32:719-27.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1999000600007>
  17. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. Support and treadmill stimulation a new approach to retrain gait in stroke patients through body weight. *Stroke* 1998;29:1122-8.
  18. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil* 2005;12:45-57.  
<http://dx.doi.org/10.1310/PJQN-KAN9-TTVY-HYQH>
  19. Pires SL, Glagliardi RJ, Gorzoni ML. Estudo da frequência dos principais fatores de risco para acidente vascular cerebral isquêmico em idosos. *Arq Neuropsiq* 2004;62(3B):844-851.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2004000500020>
  20. Duncan P, Studenski S, Richards L, Steven G, Sue ML, Dean R, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003;34:2173-80.  
<http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000083699.95351.F2>

21. Mediano MFF, Aragão AHBM, Chame F, Barbosa JSO, Batista LA. Efetividade de um programa de exercícios físicos sobre níveis tensionais em hipertensos controlados. *Braz J Biom* 2008;2:78-88.
22. Monteiro MF, Sobral-Filho DC. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Ver Bras Med Esp* 2004;10:513-6.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922004000600008>
23. Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke* 1995;26:101-5.
24. Costa AM, Duarte E. Atividade física e a relação com a qualidade de vida de pessoas com sequelas de acidente vascular isquêmico (AVCI). *Rev Bras Ciên e Mov* 2002;10:47-54.
25. Moraes RS, Nóbrega ACL, Castro RRTC, Negrão CE, Stein R, Serra SM, et al. Diretriz de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 2005;84:431-40.
26. Suzuki S, Sato M, Okubo T. Expiratory muscle training and sensation of respiratory effort during exercise in normal subjects. *Thorax* 1995;50:366-70.  
<http://dx.doi.org/10.1136/thx.50.4.366>
27. Caromano FA, Ide MR, Kerbauy RR. Manutenção na prática de exercícios por idosos. *Rev Dep Psicol UFF* 2006;18:177-92.
28. Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2008;39:3341-50.  
<http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.527531>
29. Fredrickson E, Ruff RL, Daly JJ. Physiological cost index as a proxy measure for the oxygen cost of gait in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21:429-34.  
<http://dx.doi.org/10.1177/1545968307300400>
30. Resnick B, Michael K, Shaughnessy M, Nahm EU, Kopunek S, Sorkin J, et al. Inflated perceptions of physical activity after stroke: pairing self-report with physiologic measures. *J Phys Act Health* 2008;5:308-18.
31. Macko RF, Smith GV, Dobrovolsky CL, Sorkin JD, Goldberg AP, Silver KH. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:879-84.  
<http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.23853>