

Marcela Fantauzzi

**ABORDAGENS TERAPÊUTICAS PARA A MELHORA DO DESEMPENHO DA
MARCHA EM INDIVÍDUOS PÓS-AVE: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

Marcela Fantauzzi

**ABORDAGENS TERAPÊUTICAS PARA A MELHORA DO DESEMPENHO DA
MARCHA EM INDIVÍDUOS PÓS-AVE: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia, com ênfase em Geriatria e Gerontologia.

Orientadora: Prof^a Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Ph.D.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

RESUMO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é uma condição patológica que causa grandes incapacidades e deficiências em indivíduos adultos ou idosos. Essas incapacidades estão relacionadas à dificuldade de locomoção e restrição na participação social. Sendo assim, um ponto chave na reabilitação destes indivíduos é a recuperação da capacidade de deambular. Diversas modalidades terapêuticas são empregadas com essa finalidade, mas não há consenso acerca de quais técnicas são eficazes. O objetivo do presente estudo foi revisar a literatura sobre abordagens terapêuticas utilizadas para a melhora do desempenho da marcha em indivíduos pós-AVE. Foram revisados oito estudos dos últimos oito anos, consultando os bancos de dados virtuais de artigos científicos – Medline, PEDro e biblioteca Cochrane. O treinamento da marcha e abordagens associados às atividades que envolvem equilíbrio e coordenação podem ser benéficos para a melhora da marcha desses indivíduos. Além disso, várias formas de intervenções foram utilizadas de formas isoladas ou associadas. Verificou-se principalmente o ganho de velocidade de marcha, simetria, comprimento do passo, cadência, capacidade cardiovascular e força muscular.

Palavras-chave: *acidente vascular encefálico, marcha, distúrbio neurológico na marcha, exercício, exercício aeróbico, esteira, fortalecimento muscular.*

ABSTRACT

Stroke is a pathological condition associated with major impairments and disability in both adult and elderly people. These impairments are related to limited mobility and restrictions in social participation. Thus, the key point of the rehabilitation of these individuals is to recover the ability to walk. Several therapeutic modalities have been employed for this purpose, but there is no consensus regarding which techniques are most effective. The aim of this study was to review the literature regarding the therapeutic approaches employed for the improvement of gait performance in individuals with stroke. Eight studies published in the last eight years were reviewed, by referring to the following databases: Medline, PEDro, and Cochrane Library. Gait training and associated approaches with activities which involve balance and coordination appeared to be beneficial for improving gait performance of these individuals. In addition, various types of interventions were employed alone or in combination. The main reported gait improvements were related to increases in speed, symmetry, stride length, and cadence, as well as in cardiovascular fitness, and muscular strength.

Key-words: *stroke, gait, neurological gait disorders, exercise, aerobic exercises, treadmill, strengthening.*

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.....	12
QUADRO 2.....	14
QUADRO 3	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 METODOLOGIA	9
3 RESULTADOS	11
4 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é a principal causa de incapacidades e deficiências dos indivíduos em países industrializados e nos países em desenvolvimento. A incidência na União Europeia é de um milhão de indivíduos, a cada ano. Nos Estados Unidos e Canadá estima-se que dois terços da população seja acometida^{1,3}. De acordo com o Ministério da Saúde, no Brasil as doenças crônicas não-transmissíveis correspondem a 72% do total de óbitos no ano de 2009, sendo que 31,3% dizem respeito às doenças cardiovasculares⁴.

Diante dos avanços globais dos cuidados pós-AVE, a Organização Mundial de Saúde passou a buscar estratégias previstas para a década de 2012-2022, com enfoque na prevenção. A atuação preventiva enfoca a abordagem dos fatores de riscos, como a hipertensão arterial sistêmica, envelhecimento, etilismo, diabetes mellitus, sexo, anticorpo antifosfolípídeo, tabagismo, raça, homocisteína elevada, fibrilação atrial, processo inflamatório, outras doenças cardíacas, hereditariedade, infecção, hiperlipidemias, sedentarismo, estenose carotídea assintomática, ataques isquêmicos transitórios⁴.

Dos indivíduos que sobrevivem ao AVE, estima-se que 73% terão alguma deficiência residual. Dentre estas, sobressaem-se a diminuição da capacidade de locomoção, a dificuldade na realização das atividades instrumentais de vida diária e nas atividades básicas de vida diária e a restrição na participação social^{3,5,6}.

De acordo com Craik e Oatis⁷, apenas 70% da população pós-AVE recupera a capacidade de deambular, apesar de não readquirir um padrão de marcha considerado normal. Por isso, torna-se necessária uma abordagem focada nas necessidades do indivíduo, afim de que se objetive um tratamento e reabilitação para o ganho dessa habilidade^{8,9}.

A marcha normal é uma atividade extremamente complexa. Exige eficiência para que haja um baixo gasto energético, sendo necessária uma integração do sistema

nervoso central em conjunto com o sistema musculoesquelético, para uma resposta eficiente⁹. O padrão de marcha no paciente pós-AVE é tipicamente assimétrico e caracterizado por alterações nas medidas espaciais e temporais, como redução da velocidade e diminuição da cadência e comprimento do passo. Somadas a essas alterações, coexistem ineficiências metabólicas e alterações no sistema sensório-motor, que podem gerar consequências como o desuso muscular, fadiga, alteração do tônus muscular, redução da capacidade cardiorrespiratória, instabilidades posturais e reação de proteção deficiente. Daí, o aumentando do risco de quedas e declínio das atividades funcionais^{2,10}.

A equipe de reabilitação amplia seu leque de possibilidades de intervenções, utilizando técnicas de fortalecimento muscular, treino de equilíbrio, prescrição de dispositivos de auxílio, modificações ambientais e prevenção de deficiências, para um atingir um melhor desempenho funcional da marcha. A reabilitação com o treinamento específico demonstrou aumento da ativação e adaptação neuronal, através das diferentes redes neuronais, melhorando os comportamentos desejados^{11,12}. Em relação ao treinamento das atividades funcionais, são propostos programas de exercícios que demonstrem melhores resultados para o desempenho funcional. Já as terapias de alta intensidade estão mais voltadas para a recuperação das atividades de vida diária, principalmente se ocorre uma conjugação de alguma função ao treinamento específico destas atividades¹³.

Na abordagem do treino de força muscular, de acordo com Lee *et al.*¹⁴, a fraqueza muscular do membro parético, além de afetar a velocidade da marcha, apresenta correlação com a capacidade de manter o ortostatismo, de realizar transferências, e inabilidade em subir escadas. Essas associações sugerem que o ganho potencial de força da musculatura parética pode gerar melhoras na mobilidade funcional e qualidade de vida de hemiplégicos¹⁴. Dessa forma, o treinamento de força muscular é comumente realizado através de exercícios com resistência progressiva. Porém, qualquer intervenção que envolva tentativa de contrações musculares repetidas pode resultar no aumento da ativação de unidades motoras, aumentando potencialmente a capacidade de gerar força em indivíduos hemiplégicos¹⁵.

Intervenções utilizando suporte parcial de peso (SPP) têm atraído interesse clínico para a reabilitação de desordens da marcha. O treinamento na esteira associado ao SPP, potencializa a capacidade de deambulação pós- AVE, permitindo que o indivíduo treine a marcha dentro de padrões que evitem os movimentos compensatórios^{12,16}.

Outras tecnologias têm surgido, como o *Robotic-Assisted Therapies* (Lokomat), um exoesqueleto de extremidade inferior, que facilita um padrão de marcha simétrico bilateral. Esses dispositivos auxiliam o treinamento da marcha e permitem que o indivíduo treine de forma independente, tentando ativar a musculatura enquanto caminha na esteira. O aparelho tem sido utilizado como um meio para automatizar o treinamento locomotor e aumentar a dosagem do treinamento na reabilitação neurológica^{2,12}.

Entretanto, não existe ainda um consenso sobre a melhor abordagem de tratamento para reabilitação da marcha pós-AVE. Diversas modalidades terapêuticas são empregadas com essa finalidade, como técnicas baseadas em modelos neurofisiológicos, aprendizagem motora, modernos equipamentos para o treinamento da deambulação e, ainda uma possível combinação de vários componentes de abordagens distintas^{17,18}. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre as abordagens terapêuticas utilizadas para a melhora do desempenho da marcha em indivíduos pós-AVE.

2 MÉTODOS

Este estudo seguiu o modelo metodológico de revisão narrativa de literatura, sendo revisados estudos experimentais e quase-experimentais dos últimos oito anos, que apresentaram como tema abordagens terapêuticas no indivíduo pós-AVE, para melhora do desempenho na marcha.

Esta revisão da literatura adotou como critério inicial a consulta aos principais bancos de dados virtuais de artigos científicos: Medline, PEDro e Cochrane. A escolha destes sites de buscas justificou-se pela ampla utilização por profissionais e acadêmicos da área da fisioterapia. Além disso, cada banco de dado possuía características ou singularidades que supriam as necessidades particulares desta revisão, como grande quantidade de trabalhos indexados, vinculados ao modelo de prática baseada em evidência.

As palavras-chave ou descritores empregados na busca dos artigos científicos foram: *Stroke/Acidente vascular encefálico*, *gait/marcha*, *neurological gait disorders/ distúrbio neurológico na marcha*, *exercise/exercício*, *aerobic treadmill exercise/ exercício aeróbico na esteira*, *strengthening/fortalecimento*. A estratégia de busca consistiu, inicialmente, na utilização dos termos *stroke* e *gait*. Posteriormente, eles foram combinados um a um com os demais descritores mencionados acima. Em todas as bases de dados, foram utilizadas as mesmas combinações de termos. Limites quanto à características da amostra, bem como quanto à língua de publicação dos artigos, foram utilizados de acordo com as configurações de cada base de dados, favorecendo a aplicação dos critérios de exclusão.

Um revisor independente realizou a leitura dos títulos e *abstracts*, e selecionou os textos, aplicando os critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos. As buscas foram limitadas a trabalhos científicos publicados a partir do ano de 2000, que estivessem em língua inglesa ou portuguesa.

Foram incluídos estudos cuja amostra fosse exclusiva de pacientes com diagnóstico clínico de AVE, sem restrição de tempo de evolução pós-AVE e que abordassem a marcha como desfecho de interesse. Foram excluídos artigos que ainda não haviam sido publicados ou que não faziam parte de nenhuma revista indexada (A, B ou C) e/ou da base de dados; estudos qualitativos; estudos que não contemplavam o tema; e, estudos que abordavam o tema, mas não apresentavam nenhuma intervenção terapêutica para melhora da marcha.

3 RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica referente aos estudos experimentais e quase-experimentais resultou em um total de 303 artigos, dos quais 79 foram excluídos por serem publicados anterior ao ano de 2000. Dos 224 estudos que atenderam aos critérios de inclusão, 216 foram excluídos após leitura dos títulos e resumos: 71 por não abordarem o tema, 46 por serem revisão de literatura, 35 por serem qualitativos e 43 por não apresentarem nenhuma intervenção terapêutica visando a melhora da marcha. Após a leitura dos textos, foram excluídos outros 21 artigos. Sendo assim, a amostra foi composta por oito artigos.

Todos os oito artigos estavam indexados no MEDLINE, um deles repetido na base PEDro e um, também repetido, na biblioteca Cochrane. Quatro estudos foram classificados como experimentais e quatro como quase-experimentais. As características dos artigos selecionados quanto ao delineamento, características da amostra, intervenção, resultados e conclusões estão representados nos Quadros 1 e 2.

A qualidade dos estudos experimentais incluídos foi avaliada pela escala PEDro. Dois tiveram escores 8/10, e os outros dois apresentaram escores, 6/10 e 7/10 com evidência relativamente alta, conforme detalhado no Quadro 3.

QUADRO 1

Síntese dos estudos ensaios clínicos randomizados

Autor/ Ano	Participantes	Metodologia/ Instrumentos	Intervenção	Grupo controle	Resultados	Conclusão
Lee <i>et al.</i> , 2008	N= 52 Idade média: 60 anos 4 anos pós-AVE.	Marcha de 20 metros. Teste de caminhada de 6m. Capacidade cardiorrespiratória. Teste de força muscular de MMII. Teste de Qualidade de vida.	Programa de 10- 12 semanas, de 30-60 min, 3x/semana. Os participantes foram divididos em 4 grupos, sendo 3 de intervenção, e 1 controle. Aeróbico: 30 min de bicicleta e fortalecimento (placebo) de MMII; PRT: 30 min de bicicleta (placebo) e fortalecimento de MMII; Combinada: 30 min de bicicleta e fortalecimento MMI.	Grupo controle: realizou 30 min de bicicleta e fortalecimento MMII placebo.	Ganhos significativos em todas as medidas avaliadas, sendo maiores para os grupos PRT + bicicleta e PRT.	Para melhora das habilidades da marcha, outros exercícios como tarefas específicas, exs. em ortostatismo, com treino de equilíbrio e coordenação são necessários.
Luft <i>et al.</i> , 2008	N= 71 AVE Crônico Idade: 45 anos ou +, Grupo T-EX: 37 Grupo CON: 34	Teste ergométrico: VO2 máximo. Velocidade de caminhada: 6min e 10m Mini Exame do Estado Mental	Grupo T-EX: 40min de exercício/semana, intensidade de 60% da frequência cardíaca de reserva e aumentou em aproximadamente 5% da frequência cardíaca de reserva. Velocidade da esteira e inclinação foram aumentadas em 0,05 m / s e incrementos de 1%, respectivamente.	Grupo CON: exercícios de movimentação ativa ou ativa-assistida e alongamento dos MMII, MMSS e Tronco.	Grupo T-EX melhorou significativamente a velocidade de marcha na esteira 51% e a capacidade cardiovascular em 18% Grupo CON velocidade de marcha 11% e 3%a capacidade cardiovascular.	O treinamento ergométrico de hemiplégicos crônicos provoca um aumento na ativação de redes córticas e subcorticais produzido treinamento de tarefa repetitiva.

Yang <i>et al.</i> , 2008	<p>N= 20</p> <p>Grupo controle: 9</p> <p>Idade: 60.89 ± 9.25</p> <p>Grupo experimental: 11</p> <p>Idade: 55.45 ± 12.15</p>	<p>Velocidade de caminhada de 10m</p> <p>Teste de caminhada na comunidade com ritmo confortável para 400 m.</p> <p>Questionário WAQ.</p> <p>Escala ABC.</p>	<p>Grupo experimental: 9 sessões (20min/sessão, 3 sessões por semana/ durante 3 semanas). Com treinamento em esteira de realidade virtual.</p>	<p>Grupo controle: 9 sessões de treinamento em esteira (20min/sessão, 3 sessões por semana, durante 3 semanas).</p>	<p>Grupo experimental: teve melhorias significativas em todos os resultados selecionados no pós-período de treinamento, na velocidade e no tempo de caminhada na comunidade ($p < 0,05$) e na pontuação WAQ no período de acompanhamento.</p> <p>O grupo controle: obteve melhorias significativas apenas no tempo de caminhada na comunidade, no período pós-treinamento e pontuação significativas no WAQ.</p>	<p>O estudo demonstrou que a realidade virtual é baseado em treinamento viável e benéfica para melhorar a locomoção no AVE. Além disso, a intervenção de realidade virtual é um treinamento motivacional e seguro.</p>
Ada <i>et al.</i> , 2003	<p>N= 27</p> <p>Grupo Experimental: 13</p> <p>Grupo Controle: 14</p> <p>Idade: 50 a 85 anos.</p>	<p>Teste de caminhada: 6min/ 10m.</p> <p>Profile Sickness Impact (SA-SIP30).</p> <p>Variáveis mensuradas: comprimento do passo de ambas as pernas, a cadência e a largura do passo.</p>	<p>Grupo experimental: 30 min caminhada na esteira, 3x/semana, durante 4 semanas.</p>	<p>Grupo controle: recebeu um programa de exercícios para casa, 3x/ semana, durante 4 semanas.</p> <p>Os exercícios: alongamento e fortalecimento dos MMII, treino de equilíbrio, coordenação e caminhada.</p>	<p>O treinamento na esteira durante 4 semanas aumentou significativamente a velocidade de marcha ($p=0,02$) e a capacidade de andar ($p < 0,001$), mas não diminuiu a deficiência ($p=0,85$) em comparação com o programa placebo. Estes ganhos foram em grande parte mantido três meses após o término do treinamento ($p \leq 0,05$).</p>	<p>Um programa de treinamento, envolvendo esteira e caminhada com foco no aumento da velocidade, comprimento do passo, equilíbrio, fitness, e automaticidade foram eficazes em melhorar a velocidade, qualidade e capacidade da marcha.</p>

PRT: treinamento de resistência progressiva; T-EX: treinamento físico progressivo, CON: Controle padronizado de alongamento; WAQ: Questionário capacidade de andar; ABC: escala de atividades específicas de confiança do equilíbrio;

QUADRO 2
Síntese dos estudos quase-experimentais

Autor/Ano	Participantes	Metologia/Instrumentos	Intervenção	Resultados	Conclusão
Burgess & Brown, 2010	<p>N= 23</p> <p>Grupo 1: 11 participantes não acometidos.</p> <p>Idade Média = 50 ± 9 anos.</p> <p>Grupo 2: 12 participantes com AVE- crônico.</p> <p>Idade Média = 52 ±12 anos).</p>	<p>Equilíbrio de Berg</p> <p>Teste Lower Limb Fugl Meyer</p> <p>Análise de 10 m de caminhada (cronômetro e número de passos contados)</p> <p>Váriaveis mensuradas: velocidade, distância, comprimento de passo, cadência.</p>	<p>Caminhar 15 metros sem ajuda do KineAssist .</p> <p>Grupo 1: suporte de peso corporal(SSP) variando de 0% à 40%, com intervalos de 10%.</p> <p>Grupo 2: suporte de peso corporal (SSP) com níveis crescentes de SSP sobre o mesmo alcance e intervalos. Os indivíduos mostraram desconforto ao serem submetidos a níveis maiores do que 10%-SSP.</p>	<p>Grupo 1: Com níveis maiores de SSP a velocidade de marcha auto-selecionada diminuiu.</p> <p>Grupo 2: Aumento médio de 17% na velocidade de marcha auto-selecionada em algum nível de SSP em comparação à SSP-0%. Ao nível SSP -10% ganho significativo de 13% em relação ao SSP- 0% (1,13 ± 0,18%, p <0,05). A velocidade da marcha auto-selecionada correspondeu a um aumento no comprimento do passo, visível principalmente no SSP-0% para SSP-10%.</p>	<p>Este estudo concluiu que indivíduos pós-AVC aumentaram a velocidade de marcha auto-selecionada no KineAssist significativamente no nível de SSP- 10% e indivíduos neurologicamente não acometidos diminuiu sua velocidade de marcha auto-selecionados no KineAssist.</p>

Westlake & Patten, 2009	<p>N= 16</p> <p>Indivíduos com AVE.</p> <p>Grupo Lokomat: 8</p> <p>Idade Média: 58.6 ± 16.9</p> <p>Grupo SSP: 8</p> <p>Idade Média: 55.1 ± 13.6</p> <p>Grupo velocidade alta: 8</p> <p>Grupo velocidade baixa: 8</p>	<p>Teste de caminhada de 6 minutos</p> <p>Fugl-Meyer</p> <p>Equilíbrio de Berg</p> <p>Função de Vida tardias</p> <p>Instrumento deficiência (LLFDI).</p> <p>Váriaveis mensuradas:</p> <p>velocidade de caminhada, simetria e comprimento do passo.</p>	<p>Ambos os grupos receberam 12 sessões/30 min de caminhada (3x/semana, durante 4 semanas).</p> <p>Grupo velocidade lenta: abaixo de 0,69 m / s (2.5 km/h).</p> <p>Grupo de velocidade rápida: acima de 0,83 m / s (3 km / h).</p>	<p>Resultados primários entre o grupo Lokomat e grupo SSP não obtiveram diferença significativa</p> <p>Grupo Lokomat: velocidade de caminhada auto-selecionada, relação do comprimento do passo parético e quatro das seis medidas secundárias melhorou ($p = 0,04-0,05$, tamanhos de efeito = 0,19-0,60).</p> <p>Grupo SSP : apenas o saldo de pontuação melhorou e na Escala de equilíbrio de Berg foi significativo ($p = 0,02$, tamanho do efeito = 0,57).</p> <p>Grupo velocidade baixa e grupo velocidade alta: resultados não foram significativos ($p \geq 0,28$).</p>	<p>Os resultados não apresentaram diferença significativa entre os grupos.</p> <p>Dentro de cada grupo diferenças estatísticas sugerem que o treinamento Lokomat pode oferecer uma vantagem potencial comparado com o grupo SSP para melhorar a velocidade de marcha e simetria da marcha em indivíduos pós-AVE.</p>
-------------------------	---	---	--	--	--

Faria <i>et al.</i> , 2009	N= 30 AVE Crônico Idade média: 60 anos	Giro180°pelo teste Step quick turn do Balance Master System. Velocidade de marcha. Habilidade para subir escadas.	Fortalecimento muscular e treino aeróbio por 10 semanas, 3x/semana, 120 minutos.	Ganhos significativos em todas as medidas avaliadas. Sem diferença no desempenho do giro em relação aos lados parético e não parético.	Melhora da velocidade de marcha e cadência (subir escadas), e diminuição do tempo necessário para realização do giro, independente do lado.
Teixeira-Salmela et al., 2001	N= 13 Idade média: 68 anos Tempo de AVE: 7 anos	Variáveis mensuradas: Medidas dos parâmetros cinéticos e cinemáticos da marcha.	30 sessões de fortalecimento muscular com pesos, therabands e resistência corporal e treinamento aeróbio, 3x/semana por 10 semanas.	Ganhos nas medidas espaço-temporais e de potência e trabalho de flexores plantares e flexores /extensores do quadril.	Programa combinado de fortalecimento e condicionamento físico resultou em benefícios na melhora funcional da marcha de hemiplégicos crônicos.

SSP: Suporte parcial de peso

QUADRO 3
Classificação e pontuação dos artigos na escala Pedro

Autor/ Ano	Randomização Adequada	Alocação Sigilosa	Grupos Homogêneos	Sujeitos cegados	Terapeuta cegado	Avaliador Cegado	Retorno dos pacientes em 85% dos casos	Análise com intenção para tratar	Comparação entre grupos	Média e desvio padrão	Nota
Luft et al.,2008	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	sim	Sim	8
Lee et al., 2008	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	8
Yang et al.,2008	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	6
Ada et al.,2003	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	7

Dos estudos avaliados, observou-se grande variabilidade em relação aos protocolos utilizados e em relação à terapia empregada na reabilitação da marcha pós-AVE. As principais abordagens verificadas nos estudos selecionados para esta revisão foram: treinamento na esteira isolado, treinamento em esteira associado com SPP, treinamento na esteira associado à realidade virtual, SPP, utilização de exoesqueleto (Lokomat), atividade aeróbica e fortalecimento muscular.

Ensaio Clínico Randomizado

Lee *et al.*²² objetivaram determinar se indivíduos pós-AVE participantes de um programa de exercícios de 12 semanas de alta intensidade compreendendo treinamento aeróbico, treinamento de resistência progressiva (PRT), ou uma combinação dos dois, otimizará a habilidade de marcha. Os achados indicaram que para todos os grupos não houveram diferenças significativas nos testes de caminhada de seis minutos, de velocidade de caminhada rápida e de velocidade de caminhada habitual, embora o resultado tenha sido significativo para a cadência de subir escadas. Em relação às medidas de VO₂, o grupo aeróbico aumentou 2,5 mL/kg por minuto, enquanto o grupo de treinamento de força aumentou 0,5 mL/kg por minuto. O treinamento de força foi associado com melhoras significativas no pico de potência, e os resultados revelaram que o grupo PRT obteve um pico de potência menor que o grupo combinado. A força muscular e a potência tiveram significativos aumentos no lado afetado. Além disso, a força muscular dinâmica aumentou 54±5%, potência melhorou 65 ±15% e o número de repetições aumentou 184±25%. Já o treinamento aeróbico não revelou nenhuma melhoria quanto à força e resistência de ambos os lados. No grupo controle encontrou-se aumento da velocidade de marcha habitual superior ao grupo PRT, combinado com o ciclismo.

Luft *et al.*²¹ investigaram a eficácia de seis meses de treinamento físico progressivo na esteira (T-EX) para melhorar a aptidão física e a função da marcha em indivíduos pós-AVE, comparado com o grupo controle, que realizou movimentação e alongamento, sendo que a duração e a quantidade de sessões eram a mesma para os dois grupos. Os resultados revelaram que o treinamento com T-EX produziu um aumento de 51% no pico de esforço na velocidade de marcha na esteira, que foi

significativamente maior do que o aumento de 11% observado para o grupo controle. A velocidade média da marcha durante o teste de caminhada de seis minutos aumentou 19% no grupo TEX e 8% no grupo controle. No teste de velocidade máxima, observou-se um aumento de 14% no TEX, comparado com ganhos de 7% para o grupo controle. O pico de esforço, determinado pelo VO₂, aumentou em 18% no grupo T-EX e diminuiu no controle e essa diferença entre os grupos foi significativa, com efeito de interação grupo x efeito do tempo ($p < 0,001$).

Yang *et al.*²⁵ investigaram a eficácia do treinamento na esteira com realidade virtual na capacidade de deambulação na comunidade em indivíduos pós-AVE. Os indivíduos do grupo controle receberam o treinamento na esteira, enquanto que os do grupo experimental foram submetidos ao treinamento em esteira associados à realidade virtual. As medidas de desfecho incluíram a velocidade de caminhada, o tempo de caminhada na comunidade e a escala de atividades específicas de confiança do equilíbrio (ABC). Os resultados encontrados indicaram uma melhora significativa para o grupo experimental para todas as variáveis mensuradas, que se manteve no follow-up, exceto para a medida de confiança no equilíbrio, cujos ganhos não se mantiveram no follow-up.

Ada *et al.*²³ avaliaram a eficácia do treinamento na esteira e caminhada num programa de redução da incapacidade e deficiência associada com o desempenho de marcha pós-AVE. O treinamento para os grupos experimental e controle foi realizado três vezes por semana durante quatro semanas. As sessões de treinamento para o grupo experimental eram compostas de 30 minutos de caminhada e esteira, o que realmente levou cerca de 45 minutos para realizar. O grupo controle recebeu um programa de exercícios para casa que consistia de exercícios de alongamento, fortalecimento muscular, treino de equilíbrio e a coordenação e foram incentivados a caminhar todos os dias. Os resultados encontrados indicaram ganhos na maioria das medidas avaliadas para o grupo experimental e que esses ganhos se mantiveram no follow-up.

Estudos Quase-experimentais

Burgess & Brown¹⁹ investigaram se a velocidade da marcha auto-selecionada para indivíduos sem história de AVE apresentaria uma redução, quando submetidos ao aumento do suporte parcial de peso (SSP). Em contraste, os indivíduos pós-AVE demonstrariam um aumento na velocidade da marcha auto-selecionada, com algum nível de SSP, quando comparados com a marcha sem o SSP. Sendo assim os resultados encontrados demonstraram que indivíduos não acometidos, submetidos a maiores níveis de SSP, tiveram a velocidade da marcha auto-selecionada diminuída. No entanto, nos indivíduos pós-AVE foi constatado um aumento médio de 17% na velocidade da marcha auto-selecionada, quando submetidos a algum nível de SSP quando comparado com a condição SSP-0%. A maioria dos indivíduos pós-AVE apresentaram este aumento da velocidade auto-selecionada no nível SSP-10% ($p < 0,05$). A velocidade da marcha e o comprimento do passo aumentaram significativamente ($p < 0,05$), mas em relação à cadência não houveram ganhos relevantes para qualquer nível de SSP ($p > 0,05$).

Westlake & Patten² compararam a eficácia de um dispositivo Robótico (Lokomat) versus o SSP em indivíduos pós-AVE na melhora da velocidade da marcha auto-selecionada. Os participantes foram aleatorizados em um grupo que utilizou o Lokomat ($n=8$) e outro que utilizou SSP ($n=8$). Dentro de cada grupo os participantes foram aleatoriamente redistribuídos em dois novos grupos, um de treinamento da marcha em velocidade alta ($n=8$) e outro em velocidade baixa ($n=8$). Os resultados globais não revelaram diferenças significativas entre os grupos para a velocidade auto-selecionada ($p=0,72$), comprimento absoluto do passo ($p=0,28$), assim como para as variáveis secundárias ($0,54 < p < 0,96$). Dentro do grupo Lokomat, um número maior de variáveis demonstrou diferenças significativas quando as medidas pré e pós-teste foram comparadas. A velocidade de marcha rápida melhorou em seis dos oito participantes com um tamanho de efeito pequeno ($0,15$). Para o grupo SSP, houve melhora significativa apenas do equilíbrio, avaliado pela escala de Berg ($p=0,02$) com tamanho de efeito de $0,57$. Embora um número igual de participantes ($n=7$) apresentou um aumento da velocidade auto-selecionada, houve diferença significativa ($p=0,04$) apenas para o grupo Lokomat que apresentou diferença de

0,10 m/s e um tamanho de efeito de 0,32, em contraste do grupo SPP, que apresentou uma diferença 0,03 m/s e um tamanho do efeito de 0,11. A relação comprimento absoluto do passo durante a velocidade de marcha também foi significativamente reduzida do pré ao pós-teste no grupo Lokomat com um tamanho de efeito 0,26, demonstrando simetria em seis dos oito participantes.

Faria *et al.*² investigaram o desempenho de indivíduos hemiplégicos no giro de 180°, antes e após um programa de treinamento físico. A avaliação consistiu em determinar o desempenho no giro de 180° e caracterizar o desempenho funcional em outras atividades como a velocidade da marcha, a habilidade de subir escadas e a cadência foi calculada expressa em degraus/minutos. O programa de treinamento consistiu em um período de 5 a 10 minutos de aquecimento (alongamento, exercícios de grande amplitude articular e exercícios calistênicos), 30-40 minutos de exercícios aeróbios (marcha e bicicleta ergométrica, alcançando, no mínimo, 70% da frequência cardíaca máxima baseado na idade), exercícios de fortalecimento muscular (aparelhos de musculação) e relaxamento (alongamento muscular). Os resultados encontrados foram que considerando o lado em direção ao qual o giro de 180° foi realizado, as médias do tempo despendido ($p=0,81$; $F=0,06$) e a oscilação média do centro de gravidade ($p=0,23$; $F=0,81$) não foram significativamente diferentes quando se comparou o desempenho do giro em direção ao lado parético em relação ao lado não parético. Após o programa de treinamento físico, houve uma diminuição significativa no tempo utilizado para realizar o giro ($F=6,90$; $p=0,01$), independente do lado em direção para o qual o mesmo foi realizado ($F=0,34$; $p=0,56$). Apesar da diminuição significativa do tempo despendido para realizar o giro, a oscilação média do centro de gravidade não apresentou mudança estatisticamente significativa após o treinamento ($F=0,01$; $p=0,99$), também independente do lado em direção ao qual o mesmo foi realizado ($F=0,06$; $p=0,81$). A média da razão entre o tempo utilizado para executar o giro ($p=0,10$) e entre a oscilação média do centro de gravidade para executar o giro ($p=0,20$) também não apresentaram mudanças estatisticamente significativas após a intervenção ($p=0,10$ e $p=0,20$, respectivamente). Com relação ao desempenho nas atividades funcionais, observou-se diferenças significativas tanto para a velocidade da marcha quanto para a habilidade para subir escadas, após o treinamento ($p<0,0001$).

Teixeira-Salmela *et al.*²⁴, investigaram o impacto de um programa combinado de fortalecimento muscular e condicionamento físico no desempenho da marcha em indivíduos com AVE- crônico. O programa, de 10 semanas (3 vezes/semana), consistiu de aquecimento, exercícios aeróbicos, fortalecimento muscular dos membros inferiores e de resfriamento. Os resultados revelaram que após 10 semanas de treinamento, houve um significativo ganho na velocidade da marcha e os indivíduos foram capazes de gerar níveis mais elevados de potência e aumento positivo do trabalho dos flexores plantares do tornozelo e de flexores e extensores do quadril.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo fazer uma revisão de literatura, a fim de buscar evidências sobre a eficácia de abordagens terapêuticas na melhora do desempenho da marcha em indivíduos pós-AVE. Isso se justifica porque esses indivíduos apresentam déficits motores, sensitivos, de percepção espacial, de equilíbrio, alterações no tônus muscular e fraqueza muscular. Esses fatores parecem estar relacionados à inabilidade dos indivíduos de adotar um padrão de marcha considerado normal.

De acordo com os resultados encontrados, todos os estudos reportaram efeitos de melhora no desempenho da marcha, mas não delimitaram com exatidão os mecanismos fisiológicos que pudessem suportar seus achados. Entretanto, especularam que alguns fatores poderiam justificar esses achados, como a fraqueza muscular, a facilitação sensorial e movimentos inadequados de redes aferentes emitidos para o músculo. Também, especularam que o treinamento resultou em uma melhor reorganização de unidades motoras descendentes que podem afetar a velocidade do movimento, ao aumento de recrutamento de unidades motoras e ao aprendizado motor através do treinamento repetido^{19,26}.

Os estudos apresentaram uma grande variabilidade em relação aos protocolos utilizados e tipos de intervenções, com pequeno número de publicações para algumas modalidades de intervenção. Esse fato dificulta a generalização dos resultados. As intervenções abordadas para a reabilitação da marcha pós-AVE nos estudos selecionados para esta revisão incluíram treinamento na esteira isolado, treinamento em esteira associado com SPP, treinamento na esteira associado à realidade virtual, SPP, utilização de exoesqueleto (Lokomat), atividade aeróbica e fortalecimento muscular.

Quanto aos estudos de treinamento aeróbico associado ao fortalecimento muscular, todos reportaram ganhos nas medidas de velocidade de marcha^{24,20}, exceto no estudo de Lee *et al.*²². Essa melhora foi justificada pelos estudos desenvolvidos por

Teixeira-Salmela *et al.*²⁷, pelo aumento da potência dos flexores plantares e dos flexores e extensores do quadril. Ainda foram encontrados, nos estudos dos mesmos autores, aumento do comprimento da passada^{24,20} e na habilidade de subir escadas^{20,22}. Em relação ao treinamento aeróbico, todos os artigos relataram que não houve ganho cardiovascular significativo, mas os pacientes relataram melhora na realização de suas atividades, cuja melhora foi associada a esse tipo de modalidade.

Os resultados de Burgess, Weibel e Brown¹⁹ revelaram que o SSP de 10% para o treinamento da marcha resultou em ganhos significativos da velocidade da marcha auto-selecionada e no aumento do comprimento do passo nos indivíduos pós-AVE. Os autores sugeriram que isso pode ter ocorrido devido ao SPP compensar a fraqueza muscular do membro inferior parético, facilitando a propulsão e diminuição da assimetria na produção de força. Fraqueza é um problema comum, que surge pós-AVE e se caracteriza por uma redução vigorosa na capacidade de produção de força muscular^{28,30}. Além disso, o SPP permite uma maior capacidade de impulsionar o corpo para frente, quando há fraqueza em um dos membros.

Existe uma relação direta entre a velocidade de marcha e a capacidade de propulsão da perna parética^{28,31}. Além disso, o aumento da velocidade de marcha corresponde a uma proporção maior do ciclo da marcha em relação ao gasto energético³². Sendo assim, o SPP pode aliviar a sobrecarga nos membros inferiores durante a fase de suporte simples nos indivíduos pós-AVE, que permanecem nessa fase um tempo maior e diminuem a quantidade de tempo na fase de duplo apoio³².

Westlake e Patten², ao compararem o Lokomat com o SPP, não encontraram diferenças significativas entre os grupos para os ganhos observados. Porém, o grupo que utilizou o Lokomat apresentou melhoras significativas nas medidas de velocidade auto-selecionada e rápida, no comprimento do passo, na simetria da marcha e melhora do equilíbrio. Já no grupo submetido ao SPP, as melhoras foram mais significativas para a velocidade auto-selecionada e o equilíbrio. Apesar de não ter havido diferenças estatísticas significativas entre os grupos, os autores reportaram que o grupo treinado com o Lokomat apresentou um ganho de 16% na

velocidade da marcha, enquanto que o submetido ao SPP, apresentou um ganho de apenas 4,8%. A magnitude desta diferença sugere uma vantagem potencial para a utilização do Lokomat. Outros estudos corroboraram os achados do estudo em questão, no qual o treinamento da marcha, utilizando um dispositivo robótico, comparado com o treinamento da marcha com SPP, não apresentou diferenças significativas entre grupos: apenas diferenças intra.-grupo^{33,34}. No entanto, Hornby *et al.*³⁵ estudaram uma amostra de indivíduos hemiparéticos de maior cronicidade (4 a 6 anos pós-AVE), com velocidade de marcha inicial de 0,4 m / s. Os resultados do treinamento SPP na esteira e a utilização do Lokomat indicaram que a velocidade de marcha aumentou no grupo de SPP, em comparação com o grupo Lokomat.

Ada *et al.*²³, demonstraram que o treinamento na esteira durante quatro semanas resultou em aumento significativo da velocidade e da capacidade de marcha, mas não na redução da deficiência em comparação com o grupo controle. Estes ganhos foram em grande parte mantidos três meses após o término do treinamento. Já Luft *et al.*²¹, também encontraram resultados significativos para o treinamento progressivo na esteira, com melhora significativa na velocidade de marcha de 51% e na capacidade cardiovascular de 18%. O grupo controle obteve ganhos de 11% na velocidade de marcha e de 3% na capacidade cardiovascular, que não foram significativos. Macko *et al.*³⁶, sugeriram que para indivíduos após três meses de AVE, o exercício de manutenção é necessário para manter os benefícios na aptidão cardiovascular.

Exercícios em esteira combinados com repetição ativa de uma tarefa específica e exercícios aeróbicos podem melhorar rapidamente a eficiência da marcha, aumentando o condicionamento cardiovascular e contribuindo para o aumento da funcionalidade. Luft *et al.*²¹, observaram também que o treinamento progressivo na esteira ativou áreas corticais, cerebelares e mesencefálicas que, potencialmente, mediam as melhorias na deambulação provocadas por esse tipo de treinamento. Sendo assim, esse treinamento pode estimular novas áreas ou subutilizar circuitos cerebrais e melhorar a deambulação em sobreviventes de AVE, mesmo após a conclusão da reabilitação convencional.

Nesta revisão, foi incluído um único estudo que abordou a utilização da realidade virtual para o treinamento de marcha na esteira em indivíduos pós-AVE²⁵ e foram observados ganhos significativos na velocidade da marcha, no tempo de caminhada na comunidade e na pontuação do questionário de capacidade de andar e na escala de atividades específicas de confiança do equilíbrio (ABC). Uma das vantagens do treinamento utilizando a realidade virtual é o de fornecer para os indivíduos pós-AVE um ambiente de aprendizagem com segurança. Este achado é consistente com os de estudos anteriores sobre o uso de realidade virtual para melhorar as atividades da vida diária em indivíduos pós- AVE^{37,38}. Estes achados sugeriram positiva transferência de aprendizagem, a partir de um ambiente de treinamento virtual para a prática real. Portanto, no treinamento da comunidade virtual, os indivíduos podem alcançar uma melhora na participação social. Dessa forma, o estudo demonstrou que a realidade virtual, baseada no treinamento da marcha mostrou ser viável e benéfica para melhorar a locomoção na comunidade, sendo uma intervenção motivacional e segura. Merians *et al.*³⁹, relataram em um estudo com uso de realidade virtual na reabilitação sensório-motora em indivíduos pós-AVE, que as habilidades melhoradas no ambiente virtual podem depois ser transferidas para o mundo real. Esse fato sugere que a terapia baseada em realidade virtual tem um potencial para estimular o nível de intensidade do exercício e na participação social do indivíduo e pode ser comparável às terapias convencionais⁴⁰. O verdadeiro efeito de uma redução da atividade sobre a participação em casa, no trabalho e vida em comunidade é de importância primordial⁴¹.

5 CONCLUSÕES

Com base nos estudos utilizados nesta revisão referente às abordagens e treinamento dos indivíduos pós-AVE, objetivou-se buscar na literatura intervenções com objetivo de melhorar o desempenho da marcha e foram encontradas várias formas de intervenções utilizadas de formas isoladas ou associadas. Verificou-se principalmente o ganho de velocidade de marcha, simetria, comprimento do passo, cadência, capacidade cardiovascular e força muscular. O treinamento e abordagens associados às atividades que envolvem equilíbrio, coordenação e treinamento funcional podem ser mais benéficos para a melhora da marcha desses indivíduos. Mais estudos são necessários para se estabelecer de forma consensual padronizações metodológicas de treinamento da marcha e abordagens mais específicas que evidenciem a melhora da marcha e funcionalidade no indivíduo pós-AVE.

REFERÊNCIAS

- 1 SCHMIDT H. *et al.* Gait rehabilitation machines based on programmable footplates. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v.4, fev. 2007.
- 2 WESTLAKE K., PATTEN C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v.6, n.18, jun. 2009.
- 3 HESSE S., WALDNER A., Tomellen C. Innovative gait robot for the repetitive practice of floor walking and stair climbing up and down in stroke patients. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 10, 2010.
- 4 MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal de saúde-SUS (Internet). Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/busca>, acesso 18 ago., 2011.
- 5 DUCAN P. *et al.* Protocol for the Locomotor Experience Applied Post-stroke (LEAPS) trial: a randomized controlled trial. **BMC Neurology**, v.7, nov. 2007.
- 6 ALZHRANI M., DEAN C, ADA L. Relationship between walking performance and types of community-based activities in people with stroke: an observational study. **Rev Bras Fisioter**, v.15, p. 45-51, jan/fev. 2011.
- 7 CRAIK RL, OATIS CA. Gait analysis: theory and applications. St. Louis: Mosby-Year Book; 1995.
- 8 LUSCARELI P., GREVE J. Alteration of the load-response mechanism of the knee joint during hemiparetic gait following stroke analyzed by 3-dimensional kinematic. **CLINICS**, v.4, p. 295-300, abr. 2006.
- 9 LUSCARELI P., Greve J. Knee joint dysfunctions that influence gait in cerebrovascular injury. **CLINICS**, v.64, p. 443-450, fev. 2008.
- 10 SIBLEY K. *et al.* Changes in spatiotemporal gait variables over time during a test of functional capacity after stroke. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 6, jul 2009.
- 11 CARR, JANET; SHEPHERD, Roberta. **Reabilitação Neurológica: Otimizando o Desempenho Motor**, 1. ed. Barueri: Manole, 2008.
- 12-Ifejika-Jones N., Barret A. Rehabilitation—Emerging Technologies, Innovative Therapies, and Future Objectives. **Neurotherapeutics**, v. 8, p.452–462, jun. 2011.
- 13 FRENCH B. *et al.* Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A cochrane systematic review and meta-analysis. **J Rehabil Med**, v. 42, p. 9–15, set. 2010.

- 14 LEE *et al.* Effect of progressive resistance training on muscle performance after chronic stroke. **American College of Sports Medicine**, v. 42, n. 1, p. 23-34, Jan. 2010.
- 15 ADA L., Dorsch S., Canning C. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. **Aust J Physiother**, v. 52, n. 4, p. 241-8, 2006.
- 16 ADA L., DEAN C., MORRIS M. Supported treadmill training to establish walking in non-ambulatory patients early after. **BMC Neurology**, v.7, set. 2007.
- 17 MCCAIN K. *et al.* Locomotor Treadmill Training With Partial Body-Weight Support Before Overground Gait in Adults With Acute Stroke: A Pilot Study. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 89, p.684-691, abr. 2008.
- 18 POLLOCK A. *et al.* Physiotherapy Treatment Approaches for Stroke. **Stroke**, v. 39, p.519-520, jan. 2008.
- 19 BURGESS J., WEIBEL G., BROWN D. Overground walking speed changes when subjected to body weight support conditions for nonimpaired and post stroke individuals. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v.7, 2010.
- 20 FARIA C. *et al.* Desempenho de hemiplégicos no giro de 180° realizado em direção ao lado parético e não parético antes e após um programa de treinamento. **Rev. Bras. Fisioter**, São Carlos, v. 13, n. 5, set./out. 2009.
- 21 LUFT A. *et al.* Treadmill Exercise Activates Subcortical Neural Networks and Improves Walking After Stroke: A Randomized Controlled Trial. **Stroke**, v.12, p.3341–3350, dez.2008.
- 22 LEE *et al.* Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: a randomized sham exercise–controlled study. **Journal of The American Geriatrics Society**, v.6, n.2, p.976-985, jun. 2008.
- 23 ADA L. *et al.* A Treadmill and Overground Walking Program Improves Walking in Persons Residing in the Community After Stroke: A Placebo-Controlled, Randomized Trial. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 84, p.1486-1491, out. 2003.
- 23 ADA L. *et al.* A Treadmill and Overground Walking Program Improves Walking in Persons Residing in the Community After Stroke: A Placebo-Controlled, Randomized Trial. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 84, p.1486-1491, out. 2003.
- 24 TEIXEIRA-SALMELA, L. *et al.* Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. **J Rehabil Med.**, v.33, n. 2, p. 53-60, mar. 2001.
- 25 YANG, Y. *et al.* Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial. **Gait & Posture**, v. 28, n. 2, p. 201-206, ago. 2008.

- 26 REISMAN D. *et al.* Locomotor adaptation on a split-belt treadmill can improve walking symmetry post-stroke. **Brain**, v.7, p. 1861–1872, jul. 2007.
- 27 TEIXEIRA-SALMELA L. *et al.* Musculação e condicionamento aeróbio na performance funcional de hemiplégicos crônicos. **Acta Fisiátrica**, v.10, n.2, p.54-60, abr. 2003.
- 28 OLNEY S., RICHARDS C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. **Gait & Posture**, v.4, p.136-148, 1996.
- 29 HESSE S. *et al.* Treadmill Training with Partial Body Weight Support: Influence of Body Weight Release on the Gait of Hemiparetic Patients. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v.11, p.15-20, 1997.
- 30 ROOPCHAND S., FUNG J., BARBEAU H. Locomotor training and the effects of unloading on overground locomotion following stroke Hauppauge. **Nova Science Publishers**, 2005.
- 31 BOWDEN M. *et al.* Anterior-Posterior Ground Reaction Forces as a Measure of Paretic Leg Contribution in Hemiparetic Walking. **Stroke**, v. 37, p. 872-876, 2006.
- 32 LAMONTAGNE A., Fung J. Faster is better: implications for speed-intensive gait training after stroke. **Stroke**, v. 35, p. 2543–2548, 2004.
- 33 WERNER C. *et al.* Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. **Stroke**, v. 33, p. 2895–2901, 2002.
- 34 HUSEMANN B. *et al.* Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. **Stroke**, v. 38, p.349–354, 2007.
- 35 HORNBY T. *et al.* Enhanced gait-related improvements after therapist- versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study. **Stroke**, v. 39, p.1786–1792, 2008.
- 36 MACKO R. *et al.* Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, p. 879-884, 2001.
- 37 WEISS P., NAVEH Y., KATZ N. Design and testing of a virtual environment to train stroke patients with unilateral spatial neglect to cross a street safely. **Occup Ther Int**, v.10, p. 39–55, 2003.
- 38 LAM Y. *et al.* Virtual reality training for stroke rehabilitation. **NeuroRehabilitation**, v. 21, p. 245–253, 2006.
- 39 MERIANS A., POIZNER H., BOIAN R. Sensorimotor training in a virtual reality environment: Does it improve functional recovery poststroke? **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 20, n. 2, p.252–267,2006.

40 SMITH S. *et al.* Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. **Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie**, v.4, p. 229–234, jul. 2010.

41 LANGE B. *et al.* The Potential of Virtual Reality and Gaming to Assist Successful Aging with Disability. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v.21, p. 339–356, 2009.