

Fisioter Bras 2018;19(5Supl):S154-S160

## ARTIGO ORIGINAL

### Inicialização do andar pós-AVE

#### *Gait initiation after stroke*

Gabriela Lopes Gama\*, Ms. Melissa Leandro Celestino\*\*, Dinah Santos Santana\*\*, Ana Maria Forti Barela\*\*

*\*Departamento de fisioterapia, Faculdades Integradas de Patos, \*\*Instituto de atividade física e ciências do esporte, Universidade Cruzeiro do Sul*

**Endereço para correspondência:** Ana Maria Forti Barela, Rua Galvão Bueno, 868, 13o Andar, Bloco B, 01506-000 São Paulo SP, E-mail: ana.barela@cruzeirosul.edu.br

#### Resumo

Em indivíduos com hemiparesia, quedas ocorrem frequentemente durante tarefas de transição como a inicialização do andar. Compreender o deslocamento dos membros inferiores desses indivíduos durante a inicialização do andar pode trazer informações relevantes para a prescrição de protocolos de treinamento voltados para essa população. O objetivo desse estudo foi comparar parâmetros cinemáticos durante a inicialização do andar em indivíduos com hemiparesia em relação a indivíduos sem acometimento no aparelho locomotor. Doze indivíduos com hemiparesia e 11 indivíduos sadios foram instruídos a permanecerem em pé e parado e, após comando verbal, se deslocarem andando com velocidade e confortável por aproximadamente 4m. Marcadores refletivos foram afixados em referências anatômicas específicas do membro inferior dos participantes. Para definição dos segmentos corporais a distribuição do peso corporal entre os membros e ângulos articulares do quadril, joelho e tornozelo foram calculados. Indivíduos com hemiparesia apresentam uma assimetria na distribuição de peso corporal e redução dos ângulos articulares dos membros parético e não parético. Indivíduos com hemiparesia apresentam comprometimento bilateral nos ângulos articulares durante a inicialização do andar, sugerindo sua incapacidade de compensar o comprometimento no hemicorpo parético durante a inicialização do andar, aumentando a instabilidade e o risco de quedas.

**Palavras-chave:** hemiplegia, cinemática, inicialização do andar

#### Abstract

In individuals with hemiparesis falls usually occur during transfers such as gait initiation. To understand the displacement of lower limbs in these individuals during gait initiation can provide relevant information to prescription of locomotor training for this population. The aim of this study was to compare kinematic parameters during gait initiation between individuals with hemiparesis and healthy controls. Twelve individuals with hemiparesis and 11 healthy controls were instructed to stay in a standing position and initiate gait after a verbal command and walk at a comfortable speed for 4m. Reflective markers were placed on main anatomical landmarks of lower limbs to define body segments. The body weight distribution in the stand position and joint angles of hip, knee and ankle were calculated. Individuals with hemiparesis presented body weight distribution asymmetry and reduction of joint angles of both paretic and non paretic limbs. Individuals with stroke, present bilaterally impairments of joint angles during gait initiation suggesting their inability to compensate paretic impairments with non paretic limb movements, increasing the instability and risk of falls during this task.

**Key-words:** hemiplegic, kinematic, gait initiation

#### Introdução

O acidente vascular encefálico (AVE) se caracteriza por um déficit neurológico resultante de lesão encefálica, causada pela interrupção do fluxo sanguíneo para essa região e a consequente morte neural [1]. Comprometimentos sensoriais e motores vivenciados após o AVE afetam predominantemente o hemicorpo contralateral ao hemisfério cerebral acometido o que caracteriza a hemiplegia quando o comprometimento é total e a hemiplegia quando o comprometimento é parcial [2,3]. Além desses comprometimentos, indivíduos que sofreram

AVE comumente apresentam comprometimentos no equilíbrio, propriocepção, tônus, potência e resistência muscular, bem como na cognição e sensibilidade [4,5]. Juntos, esses comprometimentos limitam a execução de diversas atividades cotidianas e interferindo diretamente na qualidade de vida e na funcionalidade desses indivíduos [6-8].

Em termos de funcionalidade, indivíduos com hemiparesia apresentam dificuldade na execução de tarefas de transição como sentar e levantar e iniciar o andar, quando o centro de massa deve se deslocar de uma maior base de suporte para uma menor base de suporte [9-11]. Essas dificuldades não apenas limitam a mobilidade e funcionalidade desses indivíduos, mas também aumentam o risco de quedas.

Uma tarefa que envolve transição de movimento e mudança de uma maior base de suporte para uma menor é a inicialização do andar. Especificamente, a inicialização do andar pode ser definida como a transição entre a postura em pé e quieta e o andar [12]. À primeira vista, essa pode parecer uma tarefa simples. Entretanto, do ponto de vista biomecânico, é uma tarefa desafiadora que exige controle motor e equilíbrio para coordenar a postura e os movimentos durante sua execução [13].

Alguns estudiosos demonstraram que indivíduos com hemiparesia executam a inicialização do andar mais lentamente, com redução do deslocamento do centro de pressão, redução da componente anteroposterior da força de reação do solo do membro parético, e comprometimento na ativação muscular do tornozelo bilateralmente [11,13,14]. Apesar desses conhecimentos, há ainda diversos aspectos que precisam ser esclarecidos a respeito do deslocamento dos membros inferiores de indivíduos com hemiparesia durante a inicialização do andar.

Para nosso conhecimento, somente Bensoussan *et al.* [13] investigaram parâmetros cinemáticos da inicialização do andar de indivíduos com hemiparesia. Entretanto, somente 3 indivíduos que apresentavam pé equino varo, comprometimento ortopédico que pode comprometer a inicialização do andar foram avaliados, o que pode limitar a generalização dos resultados encontrados. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os ângulos articulares dos membros inferiores durante a inicialização do andar de indivíduos com hemiparesia crônica em decorrência de AVE e de indivíduos sem acometimento no aparelho locomotor, considerados neste estudo como neurologicamente saudáveis. Esses resultados poderão revelar limitações angulares apresentadas por indivíduos com hemiparesia pós AVE, servindo como base para prescrição de protocolos de treinamento voltados para melhorar a inicialização do andar e redução do risco de quedas nessa população.

## Matérial e métodos

Trata-se de um estudo quantitativo, analítico e transversal realizado no Laboratório de Análise do Movimento, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte, da Universidade Cruzeiro do Sul (Protocolo nº 016/2013). O mesmo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida instituição, e antes de qualquer procedimento experimental, todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### Amostra

Participaram do estudo 12 indivíduos com hemiparesia em decorrência de AVE com idade entre 55 e 68 anos, que formaram o grupo AVE (GAVE); e 11 indivíduos sem qualquer queixa de comprometimento no aparelho locomotor com idade entre 54 e 67 anos, que formaram o grupo controle (GC). Os critérios de inclusão para o GAVE foram: hemiparesia crônica em decorrência de AVE isquêmico ou hemorrágico, tempo de lesão superior a seis meses, ausência de quaisquer alterações ortopédica e pulmonar, ou outra alteração neurológica que pudesse comprometer o andar, habilidade para compreender e seguir comandos verbais simples, capacidade para andar continuamente por aproximadamente 4 m. Foram excluídos indivíduos que precisassem de qualquer assistência durante a realização da tarefa. Os critérios de inclusão do GC foi não apresentar qualquer patologia ortopédica, neurológica ou pulmonar que compromettesse o andar, habilidade para compreender e seguir comandos verbais simples, capacidade para andar continuamente por aproximadamente 4 m e não fazer uso de qualquer medicamento que pudesse afetar o andar e o equilíbrio. A tabela I apresenta a caracterização da amostra.

**Tabela I - Características gerais dos participantes: grupo AVE (GAVE) e grupo controle (GC).**

<b>Características</b>	<b>GAVE (n=12)</b>	<b>GC (n=11)</b>	<b>p valor</b>
<b>Sexo (Feminino/Masculino)</b>	3/9	8/3	
<b>Idade (anos)</b>	61,93±4,62	62,01±5,79	0,97
<b>Peso (kg)</b>	68,21±12,52	62,75±13,36	0,32
<b>Altura (m)</b>	1,61±0,09	1,55±0,04	0,08
<b>Tempo pós AVE (meses)</b>	72,1±54,44		
<b>Tipo de lesão (isquêmica/ hemorrágica)</b>	8/4		
<b>Hemisfério acometido (Direito/Esquerdo)</b>	4/8		
<b>Escore na Fulg-Meyer (max 84)</b>	73,45±5,99		
<b>Escore da medida de independência funcional (max 81)</b>	83,45±4,14		

### *Procedimentos*

Um sistema computadorizado de análise tridimensional do movimento (VICON Bonita 10) composto por sete câmeras integradas em série foi utilizado para registro dos dados cinemáticos da inicialização do andar. Além disso, foram utilizadas duas plataformas de força (modelo 9286BA, Kistler) posicionadas em paralelo no centro de uma passarela de 7 m.

Antes da aquisição dos dados, marcadores refletivos foram posicionados em pontos anatômicos específicos os membros inferiores os participantes, baseado no modelo biomecânico "PlugInGait (SACR)" (Vicon, MX Systems). Mais especificamente os marcadores foram posicionados no sacro, e bilateralmente na espinha ilíaca anterosuperior, coxa, joelho, perna, maléolo lateral, calcâneo e segundo metatarso, totalizando 15 marcadores.

Após o posicionamento dos marcadores os participantes foram instruídos a permanecer em pé, descalços, com um pé sobre cada uma das plataformas de força e o mais parado possível por aproximadamente 5 segundos, quando foi registrada uma tentativa estática. A partir dessa posição foram iniciadas as tentativas dinâmicas quando os participantes deveriam permanecer na o mais parado possível com um pé sobre cada uma das plataformas de força e iniciar o andar após o comando verbal do pesquisador, percorrendo uma distância de aproximadamente 4 m. Todos os participantes deveriam iniciar o andar com velocidade confortável. Os indivíduos com hemiparesia iniciaram o andar com o membro parético enquanto que os participantes do GC iniciaram o andar com o membro direito.

Foram realizadas pelo menos três tentativas dinâmicas, sendo fornecidos intervalos de descanso quando necessário. A fim de manter a consistência quanto ao posicionamento dos pés na posição inicial ao longo de todas as tentativas de repetições da tarefa e, para manter o posicionamento dos pés sobre as plataformas de força, a posição inicial dos pés de cada participante foi demarcada sobre as plataformas de força. Além disso, antes da realização da tarefa, os participantes do GAVE foram avaliados quanto à independência funcional através da medida de independência funcional [15,16], velocidade da marcha através do teste de caminhada dos 10 metros [17] e nível de comprometimento motor dos membros inferiores através da escala de Fugl-Meyer [18].

### *Análise de dados*

Os dados cinemáticos obtidos com o sistema Vicon foram processados nos programas Nexus (Vicon Nexus), TheMotionMonitor e Matlab (MathWorks, Inc.) para obtenção das variáveis de interesse. Em todas as análises, o membro com o qual a tarefa foi iniciada foi considerado o membro de balanço, e o membro contralateral foi considerado o membro de apoio.

No programa Nexus, foi realizada a seleção do trecho de interesse para análise, indo desde o início da aquisição de dados até a perda de contato do pé de apoio com o solo. No programa TheMotionMonitor foi reconstruído o modelo biomecânico de cada participante a partir das coordenadas x, y e z de cada marcador na tentativa estática e os dados antropométricos dos participantes. A esse modelo foi associada das tentativas dinâmicas o que permitiu o cálculo do deslocamento angular de cada articulação por tentativa.

Por fim, no Matlab foi delimitada a tarefa que consistia desde o primeiro deslocamento do centro de pressão do participante na direção médio-lateral registrado pelas plataformas de força até a perda de contato do membro de apoio com o solo calculado com base no segundo pico mínimo da velocidade vertical do ponto médio do pé (o ponto médio do pé foi calculado a partir do posicionamento dos marcadores afixados no segundo metatarso e no calcâneo [19], e considerando o ponto onde os dados das plataformas de força atingem o valor zero.. Em seguida foram calculadas as variáveis, duração da tarefa, razão entre o peso suportado pelo membro de apoio e balanço na posição parada antes do início da tarefa, flexão máxima do quadril e joelho e dorsiflexão, extensão máxima do quadril e joelho e flexão plantar máxima, além da amplitude de movimento (ADM) do quadril, joelho e tornozelo

### Análise estatística

Para todas as variáveis uma média de três tentativas de cada participante foi considerada. Para comparar a inicialização do andar de indivíduos com hemiparesia e indivíduos controle foram realizadas análises univariadas (ANOVAs) tendo o como fator grupo (GAVE e GC). Todas as análises foram realizadas no programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 20.0, tendo sido mantido um índice de significância de 0,05.

## Resultados

A ANOVA para a distribuição de peso corporal entre os membros inferiores na posição inicial apresentou diferenças entre os grupos ( $F_{1,21} = 21,66$ ,  $p < 0,001$ ), quando o GAVE apresentou maior assimetria na distribuição do peso corporal. A duração da inicialização do andar, por sua vez, não foi diferente entre os grupos ( $F_{1,21} = 3,82$ ,  $p = 0,06$ ).

A tabela II apresenta os valores de média ( $\pm$  DP) das variáveis cinemáticas investigadas. Durante a inicialização do andar, diferenças entre os grupos foram observadas para ADM do quadril e joelho do membro de balanço ( $F_{1,21} = 9,01$ ,  $p = 0,007$  e  $F_{1,21} = 27,88$ ,  $p < 0,001$ ), quando indivíduos com hemiparesia apresentaram menor amplitude nas referidas articulações. Com relação aos ângulos de flexão, as ANOVAs revelaram que indivíduos com hemiparesia apresentaram uma menor flexão de joelho do membro de balanço do que os participantes do GC ( $F_{1,21} = 21,41$ ,  $p < 0,001$ ). Por fim, com relação aos ângulos de extensão, diferenças entre os grupos foram observadas para extensão do quadril do membro de balanço ( $F_{1,21} = 7,09$ ,  $p = 0,015$ ), quando indivíduos com hemiparesia apresentaram uma menor extensão dessa articulação. Já com relação ao membro de apoio, diferenças entre os grupos foram observadas na extensão do quadril e joelho, e flexão plantar ( $F_{1,21} = 8,13$ ,  $p = 0,01$ ,  $F_{1,21} = 12,17$ ,  $p = 0,002$  e  $F_{1,21} = 5,21$ ,  $p = 0,03$ ) quando indivíduos com hemiparesia apresentaram uma menor extensão do quadril e joelho e flexão plantar.

Tabela II - Valor de média ( $\pm$  DP) das variáveis cinemáticas investigadas por grupo.

Ângulos articulares (°)	Membro de balanço		Membro de apoio	
	GAVE	GC	GAVE	GC
<b>Articulação do Quadril</b>				
Ângulo de Flexão	16,77 $\pm$ 6,42	20,34 $\pm$ 4,43	0,62 $\pm$ 6,57	-5,41 $\pm$ 4,76
Ângulo de Extensão	-7,68 $\pm$ 4,41	-11,95 $\pm$ 3,11	-16,03 $\pm$ 7,23*	-22,66 $\pm$ 2,76*
ADM	24,45 $\pm$ 6,88	32,31 $\pm$ 5,44*	15,41 $\pm$ 5,18	17,25 $\pm$ 4,11
<b>Articulação do joelho</b>				
Ângulo de flexão	19,59 $\pm$ 9,33**	35,74 $\pm$ 7,14**	30,50 $\pm$ 8,94	29,12 $\pm$ 10,93
Ângulo de extensão	-6,35 $\pm$ 7,63*	-8,43 $\pm$ 4,03*	-0,65 $\pm$ 5,56*	-7,76 $\pm$ 4,01*
ADM	25,95 $\pm$ 9,36**	44,18 $\pm$ 6,87**	31,16 $\pm$ 7,21	36,89 $\pm$ 11,34
<b>Articulação do tornozelo</b>				
Dorsiflexão	-3,455 $\pm$ 4,34	-0,017 $\pm$ 3,02	7,03 $\pm$ 4,26	5,28 $\pm$ 3,14
Flexão plantar	-20,85 $\pm$ 10,62	-16,03 $\pm$ 2,58	-14,35 $\pm$ 8,36*	-22,23 $\pm$ 8,15*
ADM	17,39 $\pm$ 8,855	15,85 $\pm$ 2,56	21,38 $\pm$ 8,68	27,51 $\pm$ 9,45

ADM = Amplitude de movimento; GAVE = Grupo Acidente Vascular Encefálico; GC = Grupo Controle; Diferença estatística: \* $p < 0,005$  e \*\* $p < 0,001$ .

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar os ângulos articulares durante a inicialização do andar de indivíduos com hemiparesia crônica em decorrência de AVE e indivíduos sem acometimento no aparelho locomotor, considerados neste estudo como neurologicamente saudáveis, a fim de determinar possíveis limitações angulares vivenciadas pós AVE durante a execução dessa tarefa. Esse é o primeiro estudo a descrever o deslocamento das articulações do quadril, joelho e tornozelo de indivíduos com hemiparesia durante a inicialização do andar, podendo assim servir como base para protocolos de treinamento voltados para execução eficiente dessa tarefa e redução do risco de quedas nessa população. Os resultados apresentados demonstraram que indivíduos com hemiparesia apresentam uma redução da ADM do quadril e joelho e na flexão do joelho do membro de balanço. Porém, em termos de extensão articular diferenças foram observadas bilateralmente quando indivíduos com hemiparesia executaram uma menor extensão do quadril do membro de balanço e do quadril e joelho, e flexão plantar com o membro de apoio.

Com relação a duração da inicialização do andar, ao contrário do descrito em estudos anteriores, apenas um efeito marginal ( $p=0,06$ ) foi observado. Esses achados podem estar associados a movimentos compensatórios adotados por indivíduos com hemiparesia ao longo dos anos, uma vez que todos os participantes estavam no estágio crônico da doença, quando se espera que melhoras espontâneas tenham sido atingidas e programas de treinamento mais intensos parecem ser exigidos para que respostas significativas sejam atingidas [20,21]. Em concorrência com estudos anteriores, os indivíduos com hemiparesia apresentaram uma assimetria na distribuição de peso corporal entre os membros inferiores na posição inicial, o que justifica-se pela incapacidade desses indivíduos em transferir o peso corporal para o membro contralateral a lesão encefálica o anteriormente descrita na literatura [22,23].

Como esperado o membro parético apresentou uma redução da amplitude de movimento do quadril e joelho, e na flexão máxima do joelho. Resultados semelhantes no deslocamento das articulações do quadril e joelho foram observados em indivíduos com hemiparesia durante a fase de balanço andar com velocidade confortável [24,25]. Essa redução parece estar associada ao comprometimento motor vivenciado após a lesão cerebral, tendo como consequência o comprometimento na retirada do pé do solo [26]. Durante a inicialização do andar, essa redução pode tanto afetar a eficiência da execução da tarefa como aumentar o risco de quedas devido a maior possibilidade de contato do pé com o solo durante a execução do passo pelo membro de balanço.

Já a redução da extensão do quadril do membro parético foi um resultado inesperado o qual pode estar associado a posição inicial adotada pelos participantes, quando o menor peso suportado pelo membro parético pode ter resultado na redução da extensão desse membro, ou mesmo, representar uma estratégia para iniciar o andar mais rapidamente. Entretanto, essa hipótese precisa ser confirmada por estudos futuros que avaliem o alinhamento postural de indivíduos com hemiparesia antes da inicialização do andar.

Os indivíduos com hemiparesia avaliados no presente estudo apresentaram ainda alterações cinemáticas no membro não parético. Essas alterações podem ser resultado do comprometimento da musculatura do membro hemicorpo ipsilateral a lesão seja devido ao próprio mecanismo de lesão ou a atrofia causada pelo desuso imposto pelo sedentarismo típico dessa população [27]. Esse resultado sugere a incapacidade do membro ipsilateral a lesão de compensar instabilidades geradas pela hemiplegia durante a inicialização do andar e a necessidade do treinamento bilateral dos membros inferiores a fim de minimizar as instabilidades no equilíbrio e consequente quedas durante a execução dessa tarefa.

Comprometimentos na ativação do músculo sóleo e da produção de força anteroposterior pelo membro não-parético foram descritas em estudos anteriores o que parece estar associado a redução no comprimento do passo e no deslocamento do centro de massa [14,28]. Esses achados podem ainda estar associados a redução da extensão articular do quadril e joelho e flexão plantar do membro de apoio observados no presente estudo

Juntos esses resultados demonstram que indivíduos com hemiparesia apresentam um comprometimento bilateral no deslocamento dos membros inferiores durante a inicialização do andar, indicando que o treinamento da inicialização do andar deve ser incorporado a protocolos de treinamento da locomoção de indivíduos com hemiparesia. Além disso, através da análise de uma tarefa onde os membros inferiores executam funções distintas, possibilitou a demonstração da necessidade de programas de treinamento para locomoção focados na recuperação não apenas do membro inferior parético, mas também do membro ipsilateral a

lesão com objetivo de melhorar a execução da inicialização do andar e reduzir do risco de quedas pós AVE.

### Conclusão

Os achados do presente estudo revelaram o comprometimento bilateral no deslocamento dos membros inferiores de indivíduos com hemiparesia crônica em decorrência de AVE durante a inicialização do andar, sugerindo a necessidade de protocolos de treinamento que contemplem os dois membros inferiores em programas de reabilitação voltados para essa população. Se levarmos em consideração a heterogeneidade de quadro clínico de indivíduos com hemiparesia, estudos futuros devem ser realizados envolvendo um maior número de sujeitos e avaliando simultaneamente parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos da inicialização do andar de indivíduos com hemiparesia. Esses achados poderão esclarecer fatores associados com as alterações descritas no presente estudo e confirmar as hipóteses levantadas com base em estudos prévios.

### Referências

1. Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nat Rev Neurosci* 2009;10:886-72.
2. Benedetti MG, Manca M, Ferraresi G, Boschi M, Leardini A. A new protocol for 3D assessment of foot during gait: application on patients with equinovarus foot. *Clin Biomech* 2011;26:1033-8.
3. Benvegnu AB, Gomes LA, de Souza CT, Cuadros TBB, Pavão LW, Ávila SN. Avaliação da medida de independência funcional de indivíduos com seqüelas de acidente vascular encefálico (AVE) *Rev Cienc Saude* 2008;1:71-7.
4. Romero VM, de Carvalho PTC, Laraia EMS, Soares NC. Análise das variáveis de distância da marcha de pacientes com acidente vascular encefálico. *Conscientiae Saúde* 2008;7:329-34.
5. Swinnen E, Beckwee D, Meeusen R, Baeyens JP, Kerckhofs E. Does robot-assisted gait rehabilitation improve balance in stroke patients? A systematic review. *Top Stroke Rehabil* 2014;21:87-100.
6. Di Fabio RP, Badke MB. Relationship of sensory organization to balance function in patients with hemiplegia. *Phys Ther* 1990;70:542-8.
7. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86:30-8.
8. Wu CY, Lin KC, Wolf SL, Roby-Brami A. Motor rehabilitation after stroke. *Stroke Res Treat* 2012;92:483-92.
9. Brunt D, Greenberg B, Wankadia S, Trimble MA, Shechtman O. The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:924-9.
10. Brunt D, Liu SM, Trimble M, Bauer J, Short M. Principles underlying the organization of movement initiation from quiet stance. *Gait Posture* 1999;10:121-8.
11. Sharma S, McMorland AJ, Stinear JW. Stance limb ground reaction forces in high functioning stroke and healthy subjects during gait initiation. *Clin Biomech* 2015;30:689-95.
12. Henriksson M, Hirschfeld H. Physically active older adults display alterations in gait initiation. *Gait Posture* 2005;21:289-96.
13. Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, Delarque A. Kinematic and kinetic asymmetries in hemiplegic patients' gait initiation patterns. *J Rehabil Med* 2006;38:287-94.
14. Tokuno CD, Eng JJ. Gait initiation is dependent on the function of the paretic trailing limb in individuals with stroke. *Gait Posture* 2006;24:424-8.
15. Riberto M, Miyazaki MH, Jucá SSH, Sakamoto H, Pinto PPN, Battistella LR. Validação da versão brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiátr* 2004;11:72-6.
16. Riberto M, Miyazaki MH, Sakamoto H, Jorge Filho D, Battistella LR. Reprodutibilidade da versão brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiátr* 2000;8:45-52.
17. Michael K, Goldberg AP, Treuth MS, Beans J, Normandt P, Macko RF. Progressive adaptive physical activity in stroke improves balance, gait, and fitness: preliminary results. *Top Stroke Rehabil* 2009;16:133-9.

18. Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento NH, Inoue MMEA et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisioter* 2006;10:177-83.
19. O'Connor CM, Thorpe SK, O'Malley MJ, Vaughan CL. Automatic detection of gait events using kinematic data. *Gait Posture* 2007;25:469-74.
20. Ribeiro T, Britto H, Oliveira D, Silva E, Galvao E, Lindquist A. Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a comparative study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2012;49:451-61.
21. Page SJ, Gater DR, Bach-Y-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:1377-81.
22. Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1138-44.
23. Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, Marcovitz E. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil* 2000;14:125-9.
24. Moseley A, Wales A, Herbert R, Schurr K, Moore S. Observation and analysis of hemiplegic gait: stance phase. *Aust J Physiother* 1993;39:259-67.
25. Moore S, Schurr K, Wales A, Moseley A, Herbert R. Observation and analysis of hemiplegic gait: swing phase. *Aust J Physiother* 1993;39:271-8.
26. Chen CL, Chen HC, Tang SF, Wu CY, Cheng PT, Hong WH. Gait performance with compensatory adaptations in stroke patients with different degrees of motor recovery. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:925-35.
27. Andrews AW, Bohannon RW. Distribution of muscle strength impairments following stroke. *Clin Rehabil* 2000;14:79-87.
28. Sousa AS, Silva A, Santos R. Ankle anticipatory postural adjustments during gait initiation in healthy and post-stroke subjects. *Clin Biomech* 2015;30:960-5.