



IMPORTÂNCIA DA VELOCIDADE DE CAMINHADA NA ESTABILIDADE DINÂMICA DE SUJEITOS HEMIPARÉTICOS

Henrique Bianchi Oliveira
Rodrigo Gomes da Rosa
Natalia Andrea Gomeñuka

RESUMO

A diminuição da estabilidade indica menor equilíbrio durante a caminhada e é um aspecto importante para a qualidade de vida, pois está relacionado com o risco de quedas. A estabilidade da caminhada é uma questão crítica para sujeitos com histórico de Acidente Vascular Encefálico isquêmico (AVEi). O objetivo deste estudo foi comparar a estabilidade dinâmica em diferentes velocidades de caminhada em esteira de sujeitos saudáveis e hemiparéticos. Participaram do estudo 7 sujeitos hemiparéticos e 10 sujeitos saudáveis. Uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas foi aplicada e o nível de significância foi considerado $\alpha = 0,05$. Os resultados sugerem que com o aumento da velocidade de caminhada, houve aumento da estabilidade, para ambos os grupos.

PALAVRAS-CHAVE: Acidente vascular encefálico; Caminhada; Variabilidade.

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento está ligado a uma série de fatores de risco para a saúde, como o Acidente Vascular Encefálico (AVE), que é a doença neurológica mais prevalente do sistema cardiovascular e a terceira causa de morte em países em desenvolvimento (THOM *et al.*, 2006, p. 86-151). Além disso, a partir dos 50 anos existe maior taxa de prejuízos motores (PIRES *et al.*, 2004, p. 86-151).

Aproximadamente 80% das pessoas que sobrevivem ao AVE vivem com algum tipo de seqüela motora, como a espasticidade (aumento do tônus muscular), mudanças nas informações sensório motoras principalmente em um dos lados do corpo (hemiparesia) e descoordenação motora (SALMELA *et al.*, 2000, p.108-118).

Os prejuízos motores decorrentes do AVE contribuem diretamente para a diminuição da independência funcional, com isso, um dos principais objetivos nas intervenções clínicas pós AVE é aumentar a independência funcional (BOHANNON *et al.*, 1991, p.206-214). Idosos saudáveis ajustam seus padrões de caminhada de acordo com o aumento ou a diminuição da velocidade, enquanto pessoas que sofreram AVE, na maioria das vezes, não conseguem realizar estes ajustes de forma satisfatória (PARVATENENI *et al.*, 2009, p.95-100).

A instabilidade da caminhada é caracterizada por uma grande variabilidade interpassadas nos parâmetros espaciais e temporais da caminhada (YOUDAS *et al.*, 2006, p.1648-1652). O tempo de contato (TC) do pé com o solo durante a passada é correspondente do ritmo de caminhada e está diretamente relacionado aos estímulos centrais e periféricos que resultam no padrão locomotor final (MALATESTA *et al.*, 2003, p. 2248–2256).

A estabilidade dinâmica é um componente crítico da caminhada e pode ser definida como a habilidade de manter uma locomoção funcional mesmo com pequenos distúrbios cinemáticos, o que reduz o risco de quedas (ENGLAND; GRANATA, 2007, p. 172-178). Estudos sobre a estabilidade dinâmica na locomoção de idosos têm sido motivados por vários fatores, mas principalmente por ser um indicador de risco de quedas (HAUSDORFF *et al.*, 2005, p.43-51). Aproximadamente 55% das quedas são relacionadas a alterações na caminhada, 32% a problemas de equilíbrio e o restante é relacionado a fatores extrínsecos, como superfícies irregulares, sapatos, escadas, entre outros (DUXBURY *et al.*, 2000, p.238-245; EKE-OKORO *et al.*, 2000, p. 88-92).

O risco de quedas é maior principalmente nos primeiros seis meses após a alta do hospital de sujeitos que sofreram AVE. Na fase inicial de reabilitação, a recuperação da caminhada independente é uma das funções principais para a manutenção de uma vida ativa. Sabe-se que as alterações neuromotoras decorrentes do AVE afetam a velocidade autosseleccionada de caminhada, a qual é consideravelmente menor do que a velocidade autosseleccionada de sujeitos saudáveis. Do ponto de vista biomecânico, não está completamente estabelecida a relação entre velocidade de caminhada e estabilidade dinâmica em indivíduos que sofreram AVE (hemiparéticos) (ONLEY; RICHARDS, 1996, p.136-148).

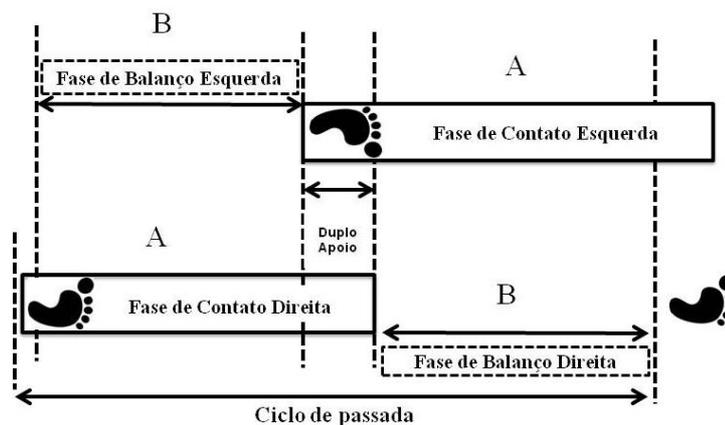
Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar a estabilidade dinâmica, através da variabilidade espaço temporal (tempo de contato e tempo de balanço) em diferentes velocidades de caminhada de sujeitos saudáveis e hemiparéticos.

MÉTODOS

A amostra foi composta por sete pacientes hemiparéticos (cinco homens e duas mulheres, média de idade de 62,5 anos, média de altura de 168,1 cm, média de peso de 78,8 kg), tempo médio pós-AVE de 5,8 anos; e dez sujeitos saudáveis (seis homens e quatro mulheres, média de idade de 61,9 anos, média de altura de 168,2 cm, média de peso de 71,9 kg). Todos os sujeitos caminhavam de forma independente. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O protocolo foi dividido em dois dias. O primeiro dia foi destinado à familiarização dos sujeitos na esteira e leitura, explicação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No segundo dia (protocolo principal), os dados foram coletados enquanto era realizada a caminhada na esteira (BH fitness Explorer ProAction). Foram realizadas cinco velocidades de caminhada (1,0; 2,0; 3,0; 3,5; 4,0 km.h⁻¹) para os dois grupos.

Figura 1: Um ciclo de Passada. A fase de contato ou Tempo de Contato (TC) é definido como o tempo, durante do ciclo de passada, em que o pé (esquerdo ou direito) está em contato com o solo (A). A fase de balanço ou Tempo de Balanço (TB) é definido como o tempo, durante o ciclo de passada, em que o pé (esquerdo ou direito) não está em contato com o solo (B).



Os indivíduos foram instruídos a caminhar sozinhos e sem o auxílio de apoio na esteira. Foram coletados cinco testes de caminhada (cada um em uma velocidade), determinadas de forma aleatória (sorteio). Foi utilizado um sistema de cinemetria de quatro câmeras (*JVC GR-DVL 9800 – JVC Company of America, Wayne, New Jersey, EUA*), com uma frequência de amostragem de 50 Hz, utilizando o *software* de análise de movimento DVIDEOW (Laboratório de Biomecânica – Instituto de computação UNICAMP, Campinas – Brasil) (FIGUEROA *et al.*, p.155-165, 2003).

A variabilidade espaço temporal calculada através do coeficiente de variação (CoV), considerado como o resultado da divisão entre o desvio padrão e a média do tempo de contato e do tempo de balanço.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no *software* SPSS, versão 19.0. As médias e os desvios padrão foram determinados para cada sujeito e em cada velocidade. Diferenças significativas foram consideradas com $\alpha = 0,05$ e $p < 0,05$. Os dados foram testados com o teste de *Shapiro-Wilk* e foram normalmente distribuídos. O grupo hemiparético foi dividido em dois grupos, para análise das diferenças de simetria entre o lado afetado (LA) e o lado não

afetado (LnA) pelo AVE e comparados com o grupo controle. Foi utilizada ANOVA para medidas repetidas e o *post-hoc* (LSD) para identificar as diferenças.

RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em dois gráficos, CoV TC (gráfico 1) e CoV TB (gráfico 2). Ambos apresentando o comportamento da variabilidade em função da velocidade de caminhada, para grupo controle e grupo hemiparético, subdivididos em LA e LnA.

Gráfico 1: Resultados do Coeficiente de Variação, em percentual (COV), do Tempo de Contato (A) nas cinco velocidades de caminhada para o grupo controle (Δ), grupo hemiparético lado afetado (LA, \blacklozenge) e grupo hemiparético lado não afetado (LnA, \times).

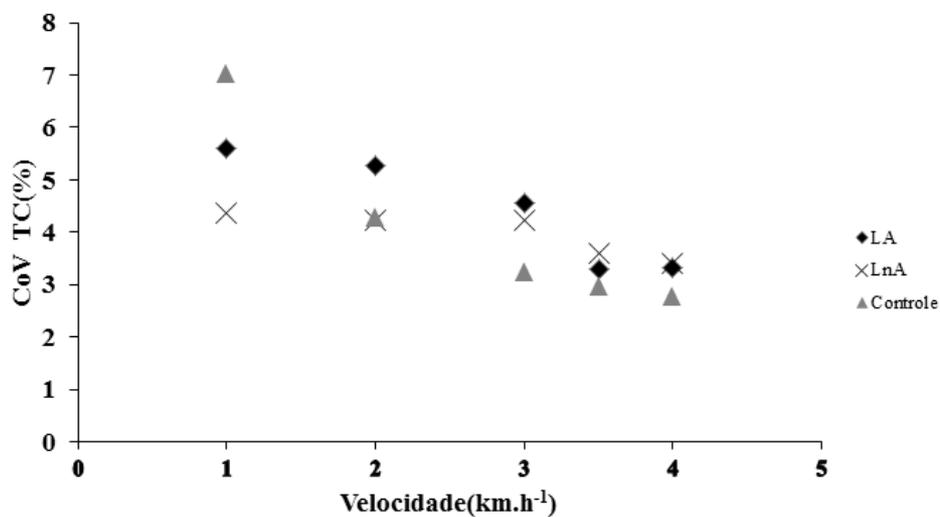
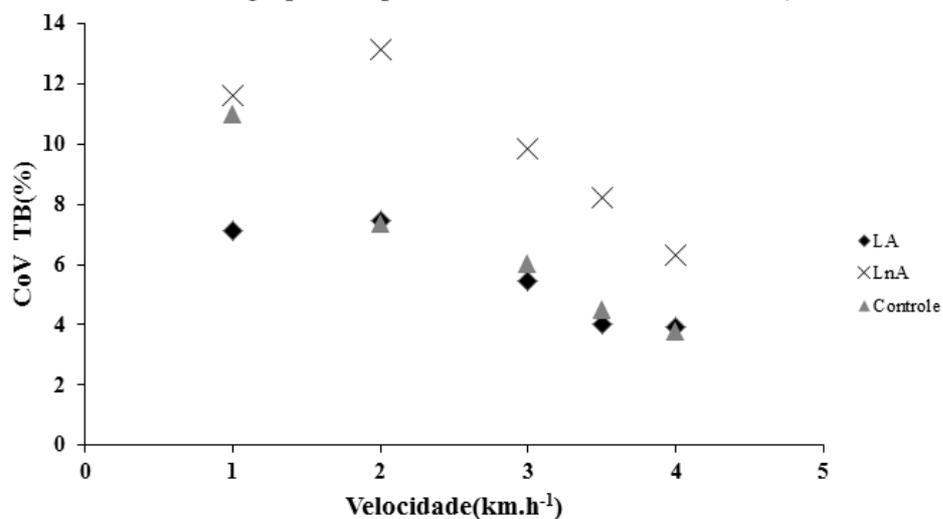


Gráfico 2: Resultados do Coeficiente de Variação, em percentual (COV), do Tempo de Balanço (B), nas cinco velocidades de caminhada para o grupo controle (Δ), grupo hemiparético lado afetado (LA, \blacklozenge) e grupo hemiparético lado não afetado (LnA, \times).



De maneira geral, observa-se que tanto para o grupo controle, quanto para LA e LnA,

o CoV TC e o CoV TB diminuíram em função do aumento da velocidade de caminhada. No CoV TC (gráfico 1), o LA apresentou maiores valores médios nas velocidades mais baixas. Por outro lado, no CoV TB (gráfico 2), o LnA apresentou maiores valores médios do que o LA em todas as velocidades.

CoV TC e CoV TB podem ser relacionados de forma inversa com a estabilidade dinâmica, desta maneira, a caminhada em esteira a partir de 3 km.h⁻¹ pode ser considerada como mais estável do que a caminhada em velocidades menores do que essa para ambos os grupos.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram encontradas nas seguintes condições: sobre o CoV TC (gráfico 1) - na velocidade 1 km.h⁻¹ entre os grupos Controle e LnA; no grupo controle, a velocidade 1 km.h⁻¹ foi maior do que nas velocidades 3,5 e 4 km.h⁻¹. no grupo LA, as velocidades 1 e 2 km.h⁻¹ foram maiores do que as velocidades 3,5 e 4 km.h⁻¹; no grupo LnA a velocidade 1 km.h⁻¹ foi maior do que as velocidades 3,5 e 4 km.h⁻¹; sobre o CoV TB (gráfico 2) - na velocidade 2 km.h⁻¹ foi maior para o LnA do que para o controle e o LA; no grupo controle, a velocidade 2 km.h⁻¹ foi maior do que a velocidade 4 km.h⁻¹; no grupo controle e no grupo LA, a velocidade 2 km.h⁻¹ foi maior do que a velocidade 4 km.h⁻¹.

DISCUSSÃO

A hemiparesia decorrente do AVE resulta em prejuízos neuromotores e suas vias (aférentes e eférentes) principalmente em um dos hemisférios do encéfalo. Esse acometimento gera uma redução da inervação e/ou inervação inadequada dos músculos voluntários periféricos, que são os motores primários da locomoção (BARELA *et al.*, 2000, p.251-273).

Por ser uma das atividades mais utilizadas e um dos movimentos mais repetitivos, a variabilidade da caminhada é considerada baixa e normalmente está próxima de 3% em situações consideradas normais (BEAUCHET *et al.*, 2009, p.702-706). Os resultados indicam que maiores velocidades de caminhada apresentaram menores valores de variabilidade, o que foi observado no grupo controle e no grupo hemiparético.

Em jovens saudáveis, a velocidade de caminhada apresenta uma relação direta com a estabilidade dinâmica (JORDAN *et al.*, 2007, p.128-134, KITO; YONEDA, 2006, p.383-392, KO *et al.*, 2007, p.200-212). Com o envelhecimento, há uma tendência de diminuição da velocidade autosselecionada de caminhada, devido a uma série de fatores, como a sarcopenia, diminuição do equilíbrio, aumento da rigidez articular, entre outros (ABEL; DAMIANO, 1996, p.753-758). Esta diminuição da velocidade autosselecionada está associada com um

aumento na variabilidade dos parâmetros espaciais e temporais da caminhada, devido às maiores flutuações dos parâmetros cinemáticos (tempo e frequência de passada).

Um dos principais objetivos do processo de reabilitação pós-AVE é o aumento da estabilidade dinâmica da locomoção, com consequente diminuição das assimetrias entre os dois lados do corpo (ONLEY; RICHARDS, 1996, p.136-148). As características assimétricas da marcha hemiparética contribuem para o aumento no custo energético, devido às excessivas contrações e co-contrações musculares, e também aumentam o risco de quedas e, por isso, também são consideradas como um indicativo de uma baixa estabilidade dinâmica (DETREMBLEUR, 2003, p.47-55).

Este tipo de avaliação de estabilidade dinâmica pode ser aplicado basicamente em duas condições clínicas: avaliação de pacientes com algum tipo de distúrbio motor (AVE, Parkinson, paralisia infantil, etc.) e o acompanhamento do processo de envelhecimento de idosos saudáveis como possível indicador de risco de quedas. Embora não exista um índice de estabilidade dinâmica, a variabilidade dos parâmetros espaciais e temporais, como tempo de contato e de balanço, apresenta forte relação com a estabilidade dinâmica, e pode ser utilizada para avaliar os resultados deste parâmetro de caminhada de forma satisfatória (GOUELLE *et al.*, 2013, LORD *et al.*, 2011, p.443-450).

CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que a maior estabilidade dinâmica foi encontrada nas maiores velocidades de caminhada (principalmente maior do que 3 km.h⁻¹), assim como a diminuição das assimetrias entre LA e LnA, tanto para o grupo controle quanto para o grupo hemiparético. Com isso, torna-se importante que a reabilitação de sujeitos pós AVE tenha como um dos seus objetivos o aumento da velocidade de caminhada para uma melhora na estabilidade e menor risco de quedas.

IMPORTANCE OF WALKING SPEED ON DYNAMIC STABILITY OF HEMIPARETIC SUBJECTS

ABSTRACT

The stability decrease indicates lowest balance while walking and is an important quality of life aspect, because it is related to risk of falls. The dynamic stability of walking is a critical issue in some pathology with motor deficits, as ischemic Stroke. The aim of this study was to compare the dynamic stability at different speeds on a treadmill walking in healthy subjects and hemiparetic. The study included 7 hemiparetic and 10 healthy subjects. An analysis of

variance (ANOVA) with repeated measures was applied and the significance level was considered $\alpha = 0,05$. The results suggest that in higher walking speeds, there was a stability increase for both groups.

KEYWORDS: Stroke; walking; variability.

IMPORTANCIA DE LA VELOCIDAD DE MARCHA EN LA ESTABILIDAD DE SUJETOS HEMIPARÉTICOS

RESUMEN

La disminución de la estabilidad indica menor equilibrio durante la marcha y es un aspecto importante de la calidad de vida, ya que se relaciona con el riesgo de caídas. La estabilidad dinámica de la caminata es cuestión crítica en algunos grupos con patología en déficits motores, como en el Accidente Vascular Encefálico isquémico (AVEi). El objetivo de este estudio fue comparar la estabilidad dinámica a diferentes velocidades de caminata en una cinta caminadora en sujetos sanos y hemiparéticos. El estudio incluyó a siete sujetos hemiparéticos y 10 sujetos sanos. Análisis de la varianza (ANOVA) con medidas repetidas fue aplicado y el nivel significativo se consideró $\alpha = 0,05$. Los resultados sugieren que con el aumento de la velocidad se aumentó la estabilidad para ambos grupos.

PALABRAS CLAVES: Accidente Encefálico Vascular; Caminata; Variabilidad.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, M. F.; DAMIANO, D. L. Strategies for Increasing Walking Speed in Diplegic Cerebral Palsy. *Journal Orthopaedics*, Charlottesville, v. 16, n. 6, p. 753-758, 1996.

BARELA, J. A.; *et al.* An examination of constraints affecting the intralimb coordination of hemiparetic gait. *Human Movement Science*, Maryland, v. 19, p. 251-273, 2000.

BEAUCHET, O.; *et al.* Gait variability among healthy adults: low and high stride-to-stride variability are both a reflection of gait stability. *Journal Gerontology*, UNAM, v. 55, n. 6, p. 702-706. 2009.

BOHANNOM, R.; SMITH, M. Inter-rate reliability of a modified Ashworth Scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, New York, v. 67, p. 206-214, 1991.

DETREMBLEUR, C.; *et al.* Energy cost, mechanical work, and efficiency of hemiparetic walking. *Gait Posture*, Brussels, v. 18, n. 2, p. 47-55, 2003.

DUXBURY, A. S. Gait disorders and fall risk: detection and prevention. *Computer Therapy*, Birmingham, v. 26, n. 4, p. 238-245, 2000.

EKE-OKORO, S. T. A critical point for the onset of falls in the elderly. *Journal of Gerontology*, Stratford, v. 46, n. 2, p. 88-92, 2000.

ENGLAND, S. A.; GRANATA, K. P. The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. *Gait & Posture*, Headington, v. 25, p. 172-178, 2006.

FIGUEROA, P. J.; *et al.* A flexible software for tracking of markers used in human motion

analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Campinas, v. 72, p. 155-165, 2003.

GOUELLE, A.; *et al.* The Gait Variability Index: A new way to quantify fluctuation magnitude of spatiotemporal parameters during gait. *Gait & Posture*, Paris, *in press*, 2013.

HAUSDORFF, J. M. Gait variability: methods, modeling, and meaning. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, Boston, v. 2, n. 19, p. 43-51, 2005.

JORDAN, K.; CHALLILS, J. H.; NEWELL, K. M. Walking speed influences on gait cycle variability. *Gait and Posture*, Boulder, v. 26, n. 1, p. 128-134. 2007.

KITO, T.; YONEDA, T. Dominance of gait cycle duration in casual walking. *Human Movement Science*, Inba, v. 25, n. 3, p.383-392, 2006.

KO, S. U.; *et al.* Stride width discriminates gait of side-fallers compared to other-directed fallers during overground walking. *Journal of Aging and Health*, Corvallis, v. 19, n. 2, p. 200-212, 2007.

LORD, S.; *et al.* Gait variability in older adults: a structured review of testing protocol and clinimetric properties. *Gait & Posture*, Newcastle, v. 34, p. 443-450, 2011.

MALATESTA, D.; *et al.* Energy cost of walking and gait instability in healthy 65 and 80 year-olds. *Journal of Applied Physiology*, Maryland, v. 95, p. 2248-2256, 2003.

ONLEY, S.; RICHARDS, C. Hemiparetic gait following stroke. *Gait & Posture*, Ontario, v. 4, n. 2, p. 136-148, 1996.

PARVATENENI, L.; *et al.* Kinematic, kinetic and metabolic parameters of treadmill versus overground walking in healthy older adults. *Clinical Biomechanics*, Huddersfield, v. 24, n. 1, p. 95-100, 2009.

PIRES, S.; GAGLIARDI, R.; GORZONI, M. Estudo das frequências dos principais fatores de risco para acidente vascular cerebral isquêmico em idosos. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, São Paulo, v. 62, p. 844-851, 2004.

SALMELA, L.; *et al.* Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. *Acta Fisiátrica*, São Paulo, v. 07, p. 108-118, 2000.

THOM, T.; *et al.* Heart disease and stroke statistics. *Journal of the American Heart Association*, Dallas, v. 06, p. 86-151, 2006.

YODAS, J. W.; *et al.* Agreement Between the GAITRite Walkway System and a Stopwatch–Footfall Count Method for Measurement of Temporal and Spatial Gait Parameters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Reston, v. 87, p. 1648-1652, 2006.