
ESTUDO DA REPETIBILIDADE DAS VARIÁVEIS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA DE INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Study of spatiotemporal gait parameters repeatability in health adults

Elaine Cristina Lopes Guimarães

Fisioterapeuta formada pela Universidade Católica de Brasília – UCB. Taguatinga Sul, Brasília – DF.
e-mail: elaineclg@gmail.com

Simone Pereira dos Santos

Fisioterapeuta formada pela Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF. e-mail: simone.pereira@brb.com.br

Allan Keyser de Souza Raimundo

Fisioterapeuta e Mestre Docente da Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF. e-mail: keyser@ucb.br

Levy Aniceto Santana

Fisioterapeuta e Mestre Docente da Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF. e-mail: levy@ucb.br

Patrícia de Deus Dini

Fisioterapeuta Especialista em Fisioterapia Traumato-ortopédica. Brasília – DF. e-mail: dinipatricia@hotmail.com

Ana Cristina de David

Doutora em Educação Física – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Docente da Universidade de Brasília. Brasília – DF. e-mail: acdavid@unb.br

Resumo

OBJETIVO: Analisar a repetibilidade das variáveis espaço-temporais da marcha em adultos jovens saudáveis, em 4 mensurações sucessivas no mesmo dia e em dias diferentes, com intervalo de 1 semana. **MÉTODOS:** Foi realizado um estudo transversal, no qual foram avaliados 20 voluntários saudáveis do sexo feminino. Para registrar as variáveis analisadas (comprimento do ciclo, comprimento do passo, velocidade da marcha e cadência), foi utilizada 1 câmera de vídeo SVHS e o processamento dessas variáveis foi feito pelo sistema *Peak Motus*. A análise estatística empregada foi o teste ANOVA *two way* ($p < 0,05$). **RESULTADOS:** Observou-se boa repetibilidade das variáveis analisadas, tanto intradia como interdia, não sendo constatadas diferenças significativas. **CONCLUSÃO:** Os valores de tais variáveis são repetitíveis, possibilitando a realização de uma única mensuração para representar o padrão de marcha de um sujeito.

Palavras-chave: Marcha; Repetibilidade; Parâmetros espaços-temporais.

Abstract

OBJECTIVE: To analyze the repeatability of the spatiotemporal gait parameters in healthy adults in successive mensurations in the same day and in different days with interval of a week. **METHODS:** The transvesal study was applied with 20 healthy volunteers. To register the analyzed parameters (length of the cycle, length of the step cadence and velocity), 1 camera of SVHS video had been used and the processing of those parameters was made through the Peak Motus system. The statistics analysis applied was the ANOVA two way test ($p < 0,05$). **RESULTS:** A good repeatability of the analyzed variables was observed, as much intra-day as inter-day, not being verified significant differences. **CONCLUSION:** The values of such variables are repetitive, making possible the accomplishment of only one mensuration to represent the subject's gait.

Keywords: Gait; Repeatability; Spatiotemporal parameters.

INTRODUÇÃO

A marcha consiste em “uma forma de progressão bípede na qual existe uma série de movimentos repetitivos dos membros inferiores que incluem períodos de descarga de peso com ambos ou apenas um dos pés, e períodos em que um dos membros inferiores se desloca livremente acima do solo” (1).

A análise da marcha é tida como padrão na prática clínica para avaliar pacientes com anormalidades dela, sendo freqüentemente utilizada para ajudar em decisões quanto ao tratamento. A descrição de uma marcha normal fornece dados de referência para a avaliação dos padrões de marcha patológica (2). Segundo Rose e Gamble (3), são analisadas durante a marcha variáveis cinemáticas (medida dos deslocamentos dos segmentos corporais), cinéticas (forças que atuam sobre o corpo) e eletromiográficas (registro de sinais elétricos durante a contração muscular).

As variáveis cinemáticas incluem os parâmetros espaço-temporais, os quais são utilizados para avaliar o desenvolvimento da marcha em crianças, identificar as desordens da marcha e a locomoção normal nos adultos (4). A análise desses parâmetros durante a marcha além de avaliar alguns aspectos da marcha patológica, quantifica uma melhora após intervenção cirúrgica ou tratamento conservador (5).

Diversas técnicas têm sido usadas para analisar essas variáveis, incluindo a simples observação visual (6, 7), o uso de cronômetros (8) e sistemas como o *Peak Motus*, *Vicon*, *Gaitrite* (9).

Outra técnica empregada, segundo Wall e Crosbie (10), é a utilização de câmeras de vídeo para o registro das posições dos segmentos do corpo, podendo determinar o momento do toque do calcanhar e retirada do pé do solo, a velocidade da marcha, o comprimento do ciclo, do passo e a cadência.

Desde a década de 80, um intenso interesse tem sido demonstrado sobre a avaliação da repetibilidade dos sinais biológicos. Kadaba et al. (11) consideram que a repetibilidade das variáveis da marcha possui relevância na prática clínica, pois a análise quantitativa está começando a ser reconhecida como uma válida ferramenta para a avaliação das desordens motoras. Em sua pesquisa, estes autores utilizaram um sistema tridimensional com 5 câmeras integradas para análise da marcha de 40 adultos normais em 3 dias diferentes, sendo realizadas 3 mensurações em cada dia, em ambiente laboratorial.

Stolze et al. (4) enfatizam que o registro do andar de um sujeito em um único dia pode não ser suficiente para representar seu padrão de marcha, sendo necessárias repetições que o confirmem. A fim de verificar a validade de somente uma mensuração, em seu estudo analisaram os parâmetros espaço-temporais em 2 dias distintos em uma população adulta saudável.

Conseqüentemente, é importante conhecer se os dados de uma ou de várias coletas em um único dia são representativos de um padrão de deambulação próprio destes indivíduos (12), se são confiáveis para a realização de uma avaliação adequada e se estes dados se mantêm dia após dia (11).

O objetivo do presente estudo foi analisar a repetibilidade das variáveis espaço-temporais da marcha em adultos jovens saudáveis em 4 mensurações sucessivas no mesmo dia e em dias diferentes com intervalo de 1 semana, com o registro das imagens por meio de uma câmera SVHS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo transversal com 20 acadêmicas do Curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Brasília, com média de idade de $23,4 \pm 1,50$ anos. Foram excluídas as que apresentavam qualquer alteração visível da marcha, as que utilizavam qualquer auxílio locomoção para a realização dela e as que foram submetidas à intervenção cirúrgica prévia que pudesse interferir no padrão da marcha.

Foi utilizada uma câmera SVHS com frequência de captação das imagens de 60Hz, sistema *Peak Motus* versão 7.2.6, e uma balança Filizola modelo 31 com precisão de 0,5 cm.

O protocolo experimental foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Brasília CEP/UCB N° 065/2005 e todas as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A coleta de dados constou de uma série de filmagens da marcha com uma câmera SVHS em ambiente de clínica, localizado no Hospital da Universidade Católica de Brasília (HUCB). A câmera foi colocada perpendicular, sobre um tripé, ao ponto que representava a metade do percurso (5 metros) estando a 3 metros de distância deste ponto central e encontrava-se a uma altura de 1 metro do solo.

As voluntárias foram avaliadas vestindo bermuda e descalças, sendo feitas demarcações com marcadores reflexivos nos seguintes pontos: linha articular lateral do joelho, maléolo lateral, porção posterior do calcâneo, cabeça do I metatarsiano, de acordo com o protocolo de *Helen Hayes Marker Set* Kadaba et al., 1989. Essas demarcações serviram de pontos de referência para obtenção dos seguintes parâmetros cinemáticos: comprimento do ciclo, comprimento do passo, cadência e velocidade da marcha. A velocidade adotada para o andar foi livre, ou seja, cada voluntária foi orientada a andar naturalmente no percurso delimitado.

Foram feitas 3 demarcações no solo, respectivamente a 0, 5 e 10 metros, delimitando o percurso a ser realizado por cada voluntária. Foi solicitado às voluntárias que percorressem uma distância de 10 metros em linha reta, até o local demarcado, realizando 4 repetições sucessivas em cada dia de filmagem, sendo este procedimento repetido após uma semana.

As imagens foram armazenadas em uma fita SVHS e importadas pelo sistema *Peak Motus* para processamento. Primeiramente foi realizado o recorte dos ciclos usando como parâmetros o contato inicial e final do pé, sendo analisado um ciclo da marcha da perna direita e um da esquerda. A etapa seguinte consistiu na digitalização dos ciclos da marcha, utilizando como parâmetro a demarcação localizada na porção posterior do calcâneo.

Após a digitalização, os dados foram processados em coordenadas bidimensionais para o cálculo dos parâmetros espaço-temporais correspondentes ao comprimento do ciclo, comprimento do passo, cadência e velocidade da marcha, sendo seus valores normalizados pela estatura de cada voluntária, previamente aferida pela balança Filizola.

Os dados do estudo foram tratados estatisticamente utilizando o programa *SPSS for windows* 12.0. A análise estatística empregada para a avaliação dos parâmetros espaço-temporais incluiu:

- a) medidas de tendência central – média aritmética;
- b) medida de variabilidade – desvio-padrão.

Para a análise da distribuição dos valores de cada amostra, foi utilizado o teste de *Shapiro Wilk* antes de todas as comparações, com o intuito de descrever se os valores se distribuíam normalmente.

Para comparar as medidas dos parâmetros espaço-temporais, foi utilizada a análise de variância para medidas repetidas (ANOVA *two way*) com significância estatística de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores absolutos e normalizados, respectivamente, dos comprimentos do ciclo e do passo, da velocidade e os valores absolutos da cadência, em dois dias distintos. A normalização foi feita a partir da estatura.

TABELA 1 - Comparação do comprimento do ciclo, comprimento do passo, velocidade e cadência dos indivíduos em dias distintos (parâmetros absolutos e normalizados)

	Ciclo (m)		Passo (m)		Velocidade (m/s)		Cadência (p/min)	
Parâmetros absolutos	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
1º dia	1,21	0,12	0,63	0,05	1,13	0,16	108	6,9
2º dia	1,21	0,79	0,65	0,05	1,15	0,12	109	5,6
	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05	
Parâmetros normalizados								
1º dia	0,74	0,50	0,38	0,02	0,68	0,09		
2º dia	0,73	0,70	0,39	0,02	0,70	0,07		
	p>0,05		p>0,05		p>0,05			

A análise demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa quando realizada essa comparação interdía. Estes resultados, utilizando os valores normalizados, estão ilustrados no Gráfico 1.

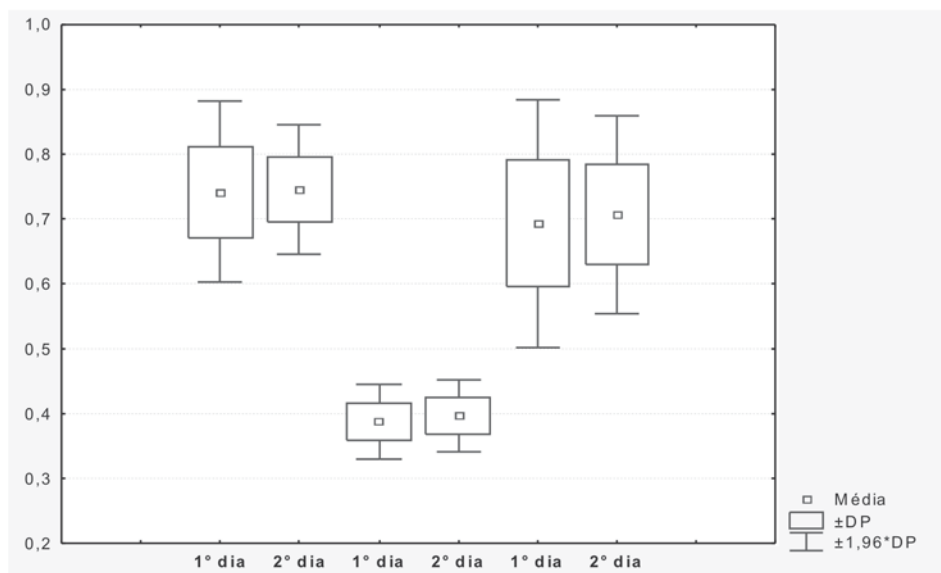


GRÁFICO 1 - Comparação interdía dos valores normalizados do comprimento do ciclo, do passo e da velocidade

Na Tabela 2 são mostrados os valores absolutos e normalizados do comprimento do ciclo, do passo, da velocidade, bem como os valores absolutos da cadência das 4 mensurações realizadas no 1º dia.

TABELA 2 - Comparação do comprimento do ciclo, comprimento do passo, velocidade e cadência dos indivíduos entre as quatro mensurações no 1º dia (parâmetros absolutos e normalizados)

	Ciclo (m)		Passo (m)		Velocidade (m/s)		Cadência (p/min)	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
Parâmetros absolutos								
1ª mensuração	1,25	0,11	0,64	0,05	1,17	0,18	109	8,4
2ª mensuração	1,24	0,12	0,63	0,06	1,15	0,16	105	14,1
3ª mensuração	1,13	0,34	0,63	0,06	1,08	0,29	104	14,3
4ª mensuração	1,23	0,09	0,64	0,06	1,14	0,18	105	14,1
	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05	
Parâmetros normalizados								
1ª mensuração	0,76	0,06	0,39	0,03	0,71	0,11		
2ª mensuração	0,76	0,06	0,39	0,03	0,70	0,10		
3ª mensuração	0,69	0,21	0,39	0,03	0,66	0,18		
4ª mensuração	0,75	0,05	0,39	0,03	0,70	0,10		
	p>0,05		p>0,05		p>0,05			

Foi observado que na comparação intradia no 1º dia todos os parâmetros analisados apresentaram um valor de $p>0,05$, demonstrando que apesar da diferença dos valores, não houve diferenças estatísticas significantes.

A Tabela 3 mostra os valores absolutos e normalizados do comprimento do ciclo, do passo e da velocidade, além dos valores absolutos da cadência das 4 mensurações realizadas no 2º dia.

TABELA 3 - Comparação do comprimento do ciclo, comprimento do passo, velocidade e cadência dos indivíduos entre as quatro mensurações no 2º dia (parâmetros absolutos e normalizados)

	Ciclo (m)		Passo (m)		Velocidade (m/s)		Cadência (p/min)	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
Parâmetros absolutos								
1ª mensuração	1,23	0,10	0,64	0,05	1,18	0,14	109	7,1
2ª mensuração	1,20	0,2	0,68	0,12	1,17	0,11	108	6,5
3ª mensuração	1,22	0,11	0,64	0,05	1,11	0,28	109	5,8
4ª mensuração	1,23	0,09	0,64	0,05	1,17	0,11	109	6,1
	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05	
Parâmetros normalizados								
1ª mensuração	0,75	0,06	0,39	0,03	0,72	0,09		
2ª mensuração	0,74	0,12	0,41	0,07	0,68	0,17		
3ª mensuração	0,75	0,06	0,39	0,03	0,71	0,07		
4ª mensuração	0,75	0,06	0,39	0,03	0,71	0,07		
	p>0,05		p>0,05		p>0,05			

Na comparação intradia do 2º dia, em todos os parâmetros analisados, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes com valor de $p>0,05$.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo revelaram boa repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais analisados, estando de acordo com os estudos de Kadaba et al. (11) e de Stolze et al. (4), porém a aquisição dos dados foi feita por uma única câmera (SVHS) e em ambiente de clínica.

A repetibilidade intradia e interdia não mostrou diferença estatisticamente significativa, divergindo da afirmação dos autores citados anteriormente, os quais enfatizam melhor repetibilidade intradia.

Mesmo que todos os parâmetros tenham apresentado boa repetibilidade durante a comparação interdia, foi observada menor variação dos valores do comprimento do ciclo e da cadência no 2º dia em relação à média, indicando melhor repetibilidade desses parâmetros quando comparados ao comprimento do passo e velocidade da marcha, apesar de não ser estatisticamente significativa. Este resultado se assemelha ao de Stolze et al. (1998), o qual apresentou menor variação da cadência na ocasião de repetição do teste.

No estudo de Ferber et al. (13), a avaliação intradia dos parâmetros cinemáticos da marcha apresentou alta repetibilidade e o mesmo fato foi evidenciado no nosso estudo, apesar de pequenas variações serem encontradas na comparação intradia nos quatro parâmetros analisados, não sendo estas estatisticamente significantes ($p>0,05$). Esse fato pode ser atribuído a pequenas variações presentes na marcha de cada voluntária (14).

Stolt et al. (15), em seus estudos, compararam os valores dos parâmetros espaço-temporais (comprimento de passo e cadência), avaliando as participantes descalças e calçadas, resultando em diferença significativa entre essas duas situações. Em razão disso, as voluntárias deste estudo foram instruídas a realizarem o trajeto descalças, a fim de evitar possíveis alterações desses parâmetros.

As voluntárias foram avaliadas enquanto percorriam, com velocidade de livre escolha, o percurso predeterminado. Segundo Bilney et al. (16), na velocidade auto-selecionada, os valores dos parâmetros cinemáticos apresentam melhor repetibilidade quando comparada a uma baixa velocidade. Kadaba et al. (11) também observaram que em uma velocidade de livre escolha, os sujeitos tendem a manter a cadência e o comprimento do ciclo com menor variação quando comparada a uma maior velocidade.

De acordo com Kurz e Scheirman (17), a utilização de uma única câmera se deve ao fato de que a precisão das imagens bidimensionais é mais adequada ao programa *Peak Motus*, sendo o mesmo procedimento realizado neste estudo, a fim de minimizar as alterações nas imagens.

Embora os resultados não revelassem diferença estatisticamente significativa, foram encontradas pequenas variações nos valores dos parâmetros avaliados quando analisamos individualmente cada voluntária. Estas variações são corroboradas por fatores como o estado psicológico das participantes durante sua deambulação (13) e o sistema utilizado para digitalização e obtenção dos dados (comprimento do ciclo, do passo, velocidade e cadência), o *Peak Motus*, o qual permite apenas uma estimativa visual do contato inicial do calcâneo (9).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que os valores dos parâmetros espaço-temporais demonstraram boa repetibilidade em uma população adulta saudável. Estes valores se repetem de modo uniforme tanto na avaliação intradia como interdía.

Isso possibilita inferir que a realização de uma única mensuração da marcha é suficiente para sua avaliação e descrição, não havendo a necessidade do fisioterapeuta submeter seu paciente a várias mensurações por dia.

Somando a isso, a utilização de uma câmera de vídeo demonstrou ser um instrumento simples e adequado para a aquisição destes parâmetros, simplificando, assim, a análise de marcha quando comparada a um sistema mais sofisticado de aquisição realizado apenas em ambiente laboratorial.

Sugerimos que outros estudos sejam realizados, avaliando também a marcha patológica, no intuito de fornecer um diagnóstico mais preciso com esta forma de avaliação e assim direcionar para um tratamento mais adequado.

REFERÊNCIAS

1. Moreira D, Godoy JR, Júnior WS. Anatomia e cinesiologia clínica do aparelho locomotor. Brasília: Thesaurus; 2004.
2. Schwartz MH, Trost JP, Wurvey RA. Measurement and management of error in quantitative gait data. *Gait Posture*. 2004; 2:196-203.
3. Rose J, Gamble JG. Marcha humana. São Paulo: Premier; 1998.
4. Stolze H, Kuhtz-Buschbeck P, Jonhk MK, Friege L. Retest reliability of spatiotemporal gait parameters in children and adults. *Gait Posture*. 1998; 7:125-130.
5. Kyriazis V, Rigas C. A cheap telemetry system for analyzing gait. *Hum Mov Sci*. 2001; 20:867-874.

6. Krebs DE, Eldestein JE, Fishman S. Reliability of observational gait-analysis assessments. *Phys Ther.* 1985; 71:1027-1033.
7. Eastlack ME, Arvidsom J, Snyder-Mackler L, Danoff JV, McGarvey CL. Interrater reability of videotaped observational gait-analysis assestments. *Phys Ther.* 1991; 71:465-468.
8. Wall J, Scarbrough J. Use of multimemory stopwatch to measure the temporal gait parameters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997; 25:277-280.
9. Cutlip RG, Mancinelli C, Huber F, DiPasquale J. Evaluation of an instrumented walkway for measurement of the kinematic parameters of gait. *Gait Posture.* 2000; 12:134-138.
10. Wall JC, Crosbie J. Temporal gait analisys using slow motion video and a personal computer. *Physiother.* 1997; 83:109-115.
11. Kadaba MP, Ramkrishnan K, Wootten ME, Gainey J, Gorton G, Cochran GVB. Repeatability of kinematic, kinetic and a electromyografic data in normal adult gait. *J Orthop Res.* 1989; 7:849-860.
12. Quigley EJ, Miller F, Castagno PW, Richards JG, Lennon N. Variability of gait measurements for typically developing children and children with cerebral palsy. *Eur Soc Mov Anal Adult Chil, Heidelberg Germany;* 1999.
13. Ferber R, Davis IC, Williams DS, Laughton C. A comparison of within and between-day reliability of discrete 3D lower extremity variables in runners. *J Orthop Res.* 2002; 20:1139-1145.
14. Robin MQ, Michael TG, Hsin-Yi L. Repeatability of lower extremity kinetics an kinematics for standardized and self-selected running speeds. *Gait Posture.* 2005; 10:2116-1222.
15. Stolt LROG, Esteves AC, Leite RM, Melo SIL. Características dinâmicas e espaço temporais da marcha de meninas descalças e calçadas. *Anais 11º Congresso Brasileiro de Biomecânica. João Pessoa;* 2005.
16. Bilney B, Morris M, Webster K. Concurrent related variability of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait Posture.* 2003; 17:68-74.
17. Kurz M, Scheirman G. Two-dimensional precision and accuracy of the peak performance technologies motion measurements systems. *Res Q Ex Sport.* 1999; 70:A15.

Recebido em: 01/09/2006

Received in: 09/01/2006

Aprovado em: 17/09/2007

Approved in: 09/17/2007