

## INICIALIZAÇÃO DO PASSO EM CRIANÇAS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PLATAFORMA DE FORÇA E PLATAFORMA DE PRESSÃO

**Fernanda G. da Silva A. Nora, Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica, UFG, fgnora@uol.com.br**  
**Paula H. Lobo da Costa, Laboratório de Análise do Movimento, UFSCar, paulahlc@gmail.com**  
**Ivan Silveira de Avelar, Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica, UFG, isavelar2000@gmail.com**  
**Marcus Fraga Vieira, Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica, UFG, marcus.fraga.vieira@gmail.com**

**Resumo:** Inicialização do passo é a transição da postura ereta ao andar cíclico e é um desafio para as crianças. A cinética de inicialização do passo é frequentemente utilizada para calcular o centro de pressão (COP) e forçar o deslocamento ou plataformas de pressão são os equipamentos utilizados para esta finalidade. Assim, o objetivo deste estudo é comparar os dados cinéticos do processo de inicialização do passo entre uma plataforma de força e uma plataforma de pressão. Nove crianças realizaram iniciação marcha sobre uma plataforma de força Bertec e 18 crianças em uma plataforma de pressão EMED. Os dados médios de 3-5 com sucesso os testes foram utilizados para análise. Os deslocamentos COP antero-posterior e médio-lateral e velocidades médias foram calculadas por um código Matlab escrito por encomenda. Teste t-pareado para amostras independentes foram usados comparar resultados Bertec e EMED. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para qualquer das variáveis selecionadas em todos os Fases de iniciação da marcha. Portanto, apesar das diferenças tecnológicas, é seguro para analisar as variáveis COP com qualquer do instrumento testado.

**Palavras chave:** Inicialização do Passo, Criança, Centro de Pressão, Plataforma Bertec, Plataforma EMED

### 1. INTRODUÇÃO

A manutenção de uma postura ereta estável é uma tarefa bastante complexa, pois precisa ser mantida sob a ação de forças externas que desestabilizam o corpo sobre uma área de base de suporte relativamente pequena. O controle desta postura é definido como o processo pelo qual o sistema nervoso central gera padrões de atividade muscular requeridas para regular a relação entre centro de massa (COM) do corpo e a base de suporte (Maki, Mcilroy, 1997). Para tanto, são utilizadas informações dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular (Nashner 1981, Horak, Macpherson, 1996), que são integradas para organizar as ações motoras necessárias para alcançar e/ou manter o equilíbrio e a orientação posturais.

Em situação dinâmica da marcha, por outro lado, a tarefa de manutenção do equilíbrio é ainda mais desafiadora, pois a locomoção é dependente da contínua auto-iniciação de uma queda, na qual os movimentos do COM vão além da base de apoio. O bipedismo envolve sequências alternadas de movimento, nas quais o corpo é apoiado por um membro que entra em contato com o solo e, em seguida, por outro membro colocado à frente do primeiro.

Assim, pode-se dizer que a locomoção é produzida pela inicialização bem sucedida do passo a partir do estado estacionário. Esse início do ciclo do andar, ou seja a inicialização do passo, envolve uma transição da postura em pé parada para a execução do primeiro passo e daí para o movimento cíclico da marcha. Durante essa tarefa ocorre a dissociação entre o Centro de Massa (COM) e o Centro de Pressão (COP), permitindo a transferência de peso ao membro de apoio e o deslocamento à frente do COM.

A marcha objetiva produzir força suficiente que gere o impulso necessário para mover primeiro o COP para o membro de balanço e, em seguida, para o membro de apoio. O resultado é uma transferência do COP para o membro de apoio, permitindo assim que o passo seja realizado com segurança (Winter, 1995). Portanto, a transição da postura ereta ao andar cíclico é um desafio especial para ser dominado por crianças (Malouin F, Richards CL, 2000; Ledebt A, et al., 1998), amputados (Vrieling AH, et al., 2008) e também por idosos com doenças neurológicas (Brunt D, et al., 2005; Hass CJ, et al., 2012). Este processo requer ajustamentos posturais antecipação necessária para produzir o impulso para a frente e para impulsionar o corpo e envolve um programa de motor.

A cinética de inicialização passo é frequentemente usado para quantificar o comportamento COP durante os ajustes posturais antecipatórios e plataformas de força são a instrumentação mais comum usado para isso. No entanto, sistemas de pressão também são projetados para quantificar o deslocamento do COP, mas não se sabe se a falta de forças de reação do solo horizontal afetaria significativamente a quantificação do COP e suas variáveis relacionadas.

Assim, o objetivo deste estudo é comparar os dados cinéticos de iniciação marcha entre uma plataforma de força e uma plataforma de pressão.

## 2. METODOLOGIA

Nove crianças (com idades entre  $3,0 \pm 0,1$  anos, massa corporal de  $15,59 \pm 2,68$  kg) realizaram iniciação marcha sobre uma plataforma de força e 18 crianças (com idades entre  $3,5 \pm 0,3$  anos, massa corporal de  $16,34 \pm 2,69$  kg) em uma plataforma de pressão. A plataforma de força Bertec (Bertec Corporation - EUA) e um EMED (EMED - ST System - Novel, Alemanha), plataforma de pressão capacitivo foram usados em 100 Hz e 50 Hz de frequência de amostragem, respectivamente. Com os dois pés em cima da plataforma cada criança, executados 5 ensaios de iniciação marcha após um sinal de "vai".

O deslocamento do Centro de Pressão antero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) e suas respectivas velocidades médias foram calculados com um código Matlab escrito por encomenda (The MathWorks Inc., EUA), durante três Fases (Malouin F and Richards CL,200; Hass CJ, et al, 2012) de inicialização do passo em ambas as plataformas, como mostrado na Fig.(1):

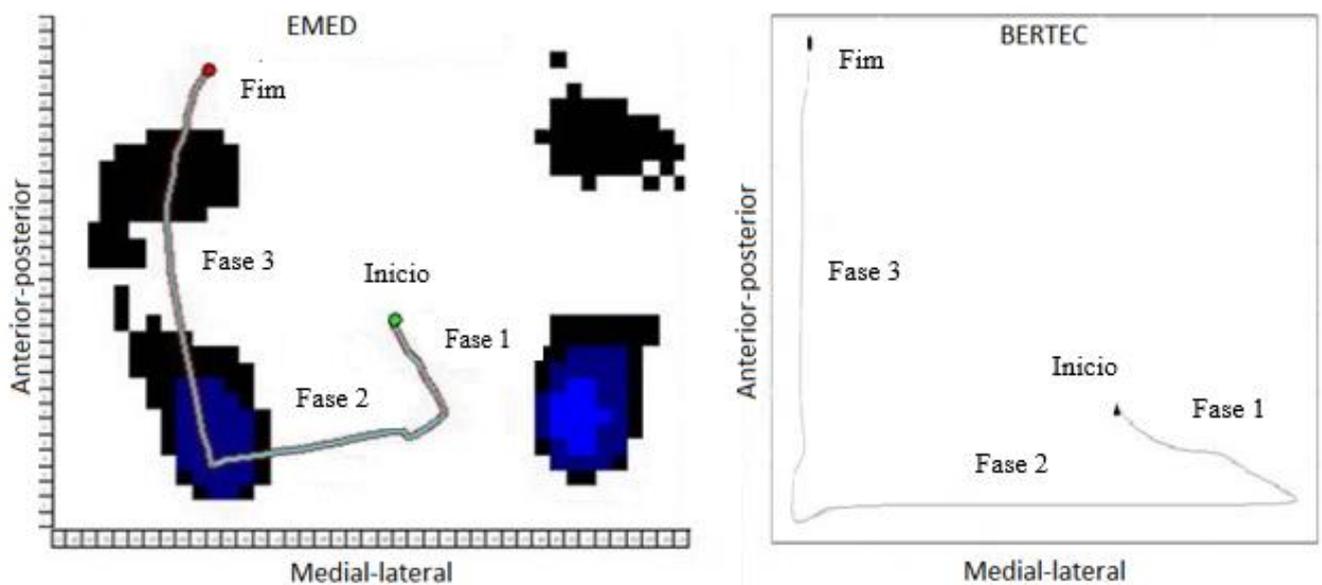


Figura 1: Deslocamento COP durante o início da marcha para Emed e plataformas Bertec . Fase 1 - antecipatória; Fase 2 - O primeiro passo; Fase 3 – Segundo Passo;

*Fase 1 - antecipatória:* desde o início do movimento até a posição mais lateral do COP na direção do pé balanço (COPAP\_1 e COPML\_1);

*Fase 2 – primeiro passo:* a partir do final do Fase de 1 para a posição relativamente COP mais medial na direção do pé de apoio (COPAP\_2 e COPML\_2)

*Fase 3 - O segundo passo:* a partir do final do Fase de 2 até ao fim do movimento, quando o COP se move para a frente (COPAP\_3 e COPML\_3).

Sujeitos e seus pais foram informados sobre a finalidade e os procedimentos do estudo e foram convidados a fornecer o seu consentimento informado antes dos procedimentos experimentais começou. O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê da Universidade Federal de São Carlos Ética.

Os dados médios de 3-5 ensaios bem sucedidos foram utilizados para análise. O software SigmaPlot 12.0 (Microsoft, EUA) foi utilizado e as variáveis foram testados quanto à normalidade com o teste de Shapiro- Wilk. Foram utilizados os testes t-pareado para amostras independentes para comparar os resultados Bertec e EMED. O nível de significância foi ajustado para 5%.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab.(1), apresenta os deslocamentos COP e velocidades no antero- posterior (AP) e médio-lateral (ML) durante a inicialização do passo divididos nas fases citadas na metodologia, tanto para a plataforma de força quanto para a plataforma de pressão plantar.

**Tabela 1:** Deslocamentos do COP antero – posterior e médio-lateral e suas respectivas velocidades durante as fases da inicialização do passo, tanto na plataforma Bertec quanto na Plataforma EMED.

Fase Antecipatória		EMED	BERTEC	p-value
Deslocamentos (cm)	AP_1	4.28 (±2.01)	4.69 (±1.17)	0.91
	ML_1	3.55 (±1.60)	3.62 (±1.89)	0.51
Velocidades (cm/s)	AP_1	3.57 (±0.36)	3.03 (±0.97)	0.09
	ML_1	2.55 (±0.58)	3.05 (±0.83)	0.12
<b>Execução do 1º Passo</b>				
Deslocamentos(cm)	AP_2	3.40 (±0.58)	3.02 (±0.81)	0.07
	ML_2	2.46 (±0.27)	2.58 (±0.50)	0.62
Velocidades (cm/s)	AP_2	3.40 (±0.95)	3.73 (±0.91)	0.91
	ML_2	2.74 (±0.58)	3.02 (±0.81)	0.07
<b>Execução do 2º Passo</b>				
Deslocamentos (cm)	AP_3	3.84 (±0.72)	4.89(±0.92)	0.11
	ML_3	3.69 (±0.69)	4.43 (±1.72)	0.07
Velocidades (cm/s)	AP_3	5.36 (±0.45)	5.99 (±0.37)	0.19
	ML_3	4.98 (±0.67)	5.21 (±0.82)	0.07

Nenhuma diferença significativa foi encontrada para qualquer das variáveis selecionadas em todas as fases da inicialização do passo.

As diferentes frequências de amostragem não afetaram os resultados, pois os sinais de cinemáticas e cinéticas do movimento humano são sinais de baixa frequência e ocupam principalmente a menor banda do espectro frequência dos dados brutos (Winter, 1995), de modo que uma frequência de amostragem de 50 Hz seria suficiente, sem qualquer perda de informação presente no sinal.

#### 4. CONCLUSÃO

Comportamento COP e seus deslocamentos e velocidades bidimensionais analisados durante a inicialização do passo não são influenciados pelos dois equipamentos diferentes utilizados no presente estudo. Portanto, apesar das diferenças tecnológicas e métodos de cálculo COP, é seguro para analisar essas variáveis com qualquer dos instrumentos testados.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Brain E. Mark and Willian E. Mcllory. “Stance: the Change in Support Strategy the role of limb movements in Maintaining Upright”. *Jornal Physioterapy*, v.7, p.257-270, 1997.
- Brunt, D.; Santos, V.; Kim, H.D.; Light, K.; Levy, C. “Initiation of movement from quiet stance: comparison of gait and stepping in elderly subjects of different levels of functional ability”. *Gait in Posture*, v.21 p.297-302, 2005.
- Halliday, SE; Winter, D.A; Frank, JS; Patla, AE; Prince, F. “The initiation of gait in young, elderly and Parkinson’s disease subjects. *Gait and Posture*. v.8, p.8-14, 1998.
- Hass, C.J.; Buckley, T.A.; Pitsikoulis, C.; Barthelemy, E.J. “Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson’s disease”. *Gait and Posture*, v.35, p.669-673, 2012.
- Ledebt, A; Bril, B; Brenière, Y. “The bild-up of anticipatory behavior: an analysis of the development of gait initiation in children”. *Experimental Brain Research*, v.120, p 9-17, 1998.
- Malouin F, Richards CL. “Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6 years old children”. *Gait and Posture*, v.11 p.239-253, 2000.
- Maki and W.E. Mcllroy, “The role of limb movements in maintaining up right stance: the ‘change-in-support’ strategy,”*Phys. Ther.* , vol. 77, pp. 488-507, 1997.
- McCollum, G.; Shupert, C.L.; Nashner, L.M; “Organizing sensory information for postural control in altered sensory environments”. *J. Theor. Biology*, Jun 7: p. 257-269, 1996.
- Nashner, P. J. Cordo L, M.. “Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements”, *Journal of Neurophysiology*, Vol. 47 no. 2, 287-302, 1982.
- Vrieling, AH; Van Keeken, HG; Schoppen, T; Otten, E; Halbertsma, JPK; Hof, AL; Postema, K. “Gait initiation in lower limb amputees”. *Gait and Posture*, v.27 p. 423-430, 2008.
- Winter, D. A. “Anatomy, biomechanics and control of balance during standing and walking”. *Waterloo, Waterloo Biomechanics*, 1995.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecimento a todos integrantes do Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica da UFG e Laboratório de Análise do Movimento da UFSCar que contribuíram na construção deste estudo.

## 7. ABSTRACT

*Gait initiation is the transition from standing posture to cyclic walking and it is challenging to young children. The kinetics of gait initiation is often used to compute center of pressure (COP) displacement and force or pressure platforms are the equipments used for this purpose. Thus the aim of this study is to compare kinetic data of gait initiation between one force platform and one pressure platform. Nine children performed gait initiation on a Bertec force platform and 18 children on an EMED pressure platform. The average data of three to five successful trials were used for analysis. The anterior-posterior and medial-lateral COP displacements and mean velocities were computed by a custom-written Matlab code. Paired-T test for independent samples were used compare Bertec and EMED results. No significant differences were found for any of the selected variables in all gait initiation periods. Therefore, despite the technological differences, it is safe to analyze the COP variables with any of the tested instrument.*

**Keywords:** *Gait Initiation, Child Center of Pressure, Bertec Platform, EMED Platform*

## 8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) Fernanda G.S.A. Nora, Paula H. Lobo da Costa, Ivan Silveira de Avelar, Marcus F. Vieira (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.