

## ANÁLISE DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE MARCHA DE PESSOAS COM SÍNDROME DE DOWN NOS MEIO AQUÁTICO E TERRESTRE

Gabriela Neves Nunes<sup>1</sup>, Stephanie Santana Pinto<sup>2</sup>, Luana Siqueira Andrade<sup>3</sup>, Vitor de Lima Kruger<sup>4</sup>, Graciele Ferreira Mendes<sup>5</sup>, Cristine Lima Alberton<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gabi\\_nnunes@hotmail.com](mailto:gabi_nnunes@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [tetisantana@yahoo.com.br](mailto:tetisantana@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [andradelu94@gmail.com](mailto:andradelu94@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas- [vitorkruger@outlook.com](mailto:vitorkruger@outlook.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [graciferreiramendes@hotmail.com](mailto:graciferreiramendes@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tinialberton@yahoo.com.br](mailto:tinialberton@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A marcha é um movimento simples, mas ao mesmo tempo é considerado um movimento complexo de ser analisado, pois sua execução depende da combinação do movimento de vários segmentos e articulações (ANGULO-BARROSO et al 2008; MANN et al 2008a). É um processo evolutivo que pode sofrer modificações no caminhar que podem estar associadas a problemas neurológicos, cognitivos, morfológicos e também a fatores externos (CASTRO 2012; MANN et al 2008b).

A população com síndrome de *Down* (SD) apresenta alterações específicas, como frouxidão ligamentar e baixo tônus muscular (hipotonía) que são possíveis responsáveis pela modificação no padrão de marcha dessa população, dificultando assim, a mobilidade e o equilíbrio (ALMEIDA MATOS et al 2005; DOS SANTOS ARAUJO et al 2007; GIMENEZ et al 2004). Entretanto, a literatura é escassa com relação a análise de parâmetros cinéticos, como a força de reação do solo vertical (Fz) durante a marcha de pessoas com SD. Nesse sentido, o estudo de Wu et al. (2011) parece ser o único na literatura pesquisada que observou a Fz de indivíduos com e sem SD durante a caminhada realizada em esteira em duas velocidades autosselecionadas.

Além disso, fatores externos, como o ambiente em que a marcha é realizada, também pode afetar o comportamento das variáveis cinéticas. A marcha realizada no meio aquático sofre alterações biomecânicas devido a ação das propriedades físicas da água sobre o corpo imerso. A ação da flutuação gera uma menor sobrecarga nas articulações, especialmente nos membros inferiores, facilitando assim, a realização de movimentos. Como consequência, estudos tem observado menores respostas de Fz durante a marcha realizada em meio aquático em pessoas sem SD (MIYOSHI et al., 2004; BARELA et al., 2006).

Levando em conta estes achados supracitados, o presente estudo tem como objetivo analisar o primeiro e o segundo picos da Fz durante a caminhada de pessoas com SD nos meios aquático e terrestre em diferentes velocidades.

### 2. METODOLOGIA

A amostra foi composta por 14 pessoas com SD de ambos os sexos (7 homens e 7 mulheres;  $27,86 \pm 7,91$  anos;  $58,41 \pm 12,91$  kg;  $1,41 \pm 0,10$  cm). Os sujeitos eram participantes do Projeto Carinho DownDança da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. Foram adotados como critérios de inclusão ter a marcha independente e apresentar compreensão verbal. Como critérios de exclusão, os participantes não poderiam apresentar histórico de doença cardiovascular, metabólica ou neuromuscular.

O protocolo experimental foi composto por duas sessões, realizadas na ordem meio terrestre seguida do meio aquático. Na primeira sessão foram mensurados os dados de massa corporal e estatura dos participantes. Após os participantes foram familiarizados com a marcha no meio terrestre nas três velocidades autosselecionadas (lenta, normal e rápida) e em seguida realizaram o protocolo experimental com a medida da Fz. Na segunda sessão os participantes realizaram o protocolo experimental no meio aquático. Inicialmente, os participantes foram familiarizados com a marcha e as velocidades, após foi realizada a mensuração do peso aparente, e por fim foi realizado o protocolo com a medida da Fz.

O protocolo experimental, independente do meio, consistiu na execução da marcha com os pés descalços, sendo realizadas 10 tentativas de caminhada sobre a passarela com duas plataformas de força acopladas, a fim de adquirir os picos da Fz de 10 passadas (1 passo com o membro direito em uma plataforma e outro com o membro esquerdo em outra plataforma) em cada velocidade autosselecionada.

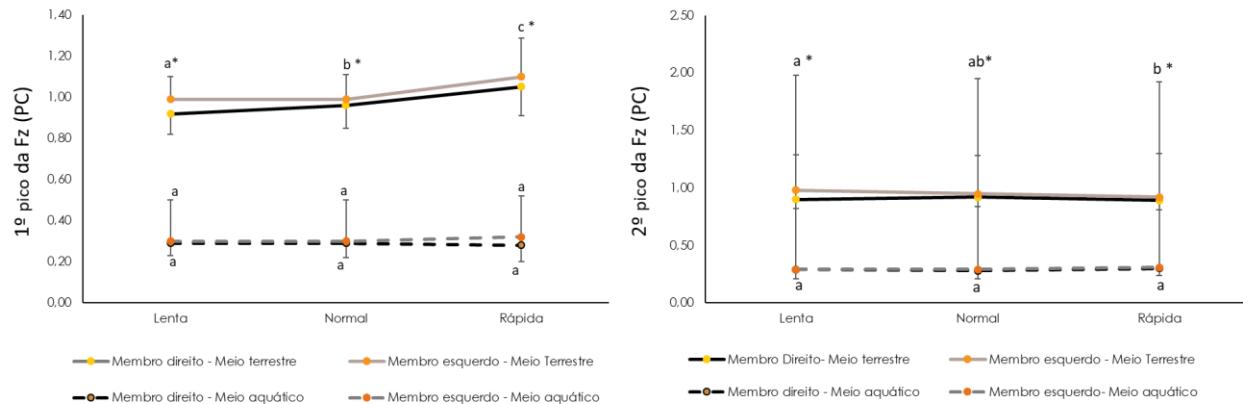
Para a avaliação da Fz, tanto no meio aquático como no meio terrestre, foram utilizadas duas plataformas de força subaquática EMG System com capacidade de 200 kgf. A frequência de amostragem utilizada foi de 500 Hz. Os dados foram transmitidos para um computador pessoal, através do software EMGLab V1.1. Após a aquisição, os sinais da Fz foram exportados para o software SAD32 (Laboratório de Medidas Mecânicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil), no qual foi realizada a filtragem digital através do filtro passa-baixa Butterworth com frequência de corte de 10 Hz e ordem 3. A partir disto, foram determinados os valores de 1º e 2º pico de cada passo, correspondentes a 10 ciclos completos de passada de cada sujeito (passo direito e esquerdo) em cada velocidade e meio. Os valores de pico foram normalizados pelo peso corporal (PC) medido no meio terrestre.

Para análise estatística, foi utilizada estatística descritiva, com os dados apresentados através de média  $\pm$  desvio-padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. A comparação das variáveis dependentes entre intensidades e meios foi realizada através da ANOVA de dois fatores para medidas repetidas. Em caso de interação significativa, foi realizado desdobramento dos efeitos principais por meio do teste F. O índice de significância adotado foi de  $\alpha=0,05$  e os dados foram processados no pacote estatístico SPSS versão 20.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar meios, foram observados valores maiores para o meio terrestre comparado com o meio aquático durante a realização da marcha para o 1º e 2º pico da Fz ( $p < 0,001$ ) de ambos os membros direito e esquerdo. Ao comparar velocidades, foram observados resultados significativos para o 1º pico ( $p = 0,005$ ) para ambos os membros. Já para o 2º pico, não foi observada diferença significativa para ambos os membros direito ( $p = 0,648$ ) e esquerdo ( $p = 0,106$ ).

A interação entre meio\*velocidade resultou em significância para o 1º pico (Direito:  $p = 0,001$ ; Esquerdo:  $p = 0,002$ ) e 2º pico da Fz (Direito:  $p = 0,07$ ; Esquerdo:  $p = 0,004$ ), indicando que o comportamento entre velocidades foi dependente do meio de execução. Diante disto, foi realizado teste F para cada meio a fim de comparar as velocidades para cada membro. Os resultados são apresentados na Figura 1.



**Figura 1:** Resultados da comparação do 1º 2º pico da Fz no meio aquático e terrestre por membro esquerdo e direito nas diferentes velocidades de execução da marcha.

Nota: Letras diferenças indicam diferenças estatísticas entre as velocidades. (\*) indica diferenças estatísticas entre meios.

Os principais resultados encontrados no presente estudo foram as diferenças significativas observadas entre os meios de execução da marcha, apresentando maiores valores para os picos da Fz durante a marcha no meio terrestre. Além disso, para o meio aquático não foram observadas diferenças com o aumento da velocidade de execução.

Com relação ao efeito meio, no presente estudo observamos durante a realização da marcha menores valores para o 1º (~69-73%) e 2º pico (~66-70%) da Fz. Esse comportamento corrobora os resultados de estudos realizados com indivíduos jovens sem SD (MIYOSHI et al., 2004; BARELA et al., 2006).

No efeito velocidade, podemos destacar que o comportamento do 1º e 2º picos da Fz não sofreu influência da variação da velocidade no meio aquático. Esses achados corroboram parcialmente o estudo de Miyoshi et al (2004), que também comparou a caminhada entre os meios aquático e terrestre realizada por jovens sem SD em diferentes velocidades (lenta, normal e rápida). Os autores encontraram menores valores para essas variáveis quando a marcha era realizada no meio aquático e nas velocidades lenta e normal quando comparada com a velocidade rápida.

Diferente do meio aquático, o 1º pico e 2º pico da Fz apresentaram comportamento diferente entre as velocidades para o meio terrestre. Foram observados aumentos significativos no 1º pico da Fz com o aumento da velocidade e uma redução do 2º pico da Fz durante a velocidade lenta para a rápida. Esses resultados vão ao encontro do estudo de Wu et al. (2011) que comparou a caminhada de indivíduos com e sem SD ao logo da caminhada em esteira em diferentes velocidades autosselecionadas (lenta e rápida). Os autores encontraram acréscimos para o 1º pico e uma redução no 2º pico da Fz durante a realização da marcha em velocidade rápida em comparação com a velocidade lenta para o grupo com SD.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados, pode-se demonstrar que no meio aquático há uma redução nos valores de 1º e 2º pico da Fz em relação ao meio terrestre durante a caminhada realizada por pessoas com SD. Além disso, no

meio aquático, a variação da velocidade da marcha não resulta em alterações significativas nos picos da Fz. Portanto, o meio aquático pode ser benéfico e seguro para essa população, visto que a Fz foi reduzida durante a caminhada independente da velocidade de execução. Além disso, o meio aquático pode auxiliar nos ganhos de força e consequentemente diminuir a hipotonía muscular e frouxidão ligamentar, características presentes na maioria dos casos da população com SD.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA MATOS M. Instabilidade atlantoaxial e hiperfrouxidão ligamentar na síndrome de Down. **Acta Ortopédica Brasileira**. 2005;13(4).
- ANGULO-BARROSO RM, Wu J, Ulrich DA. Long-term effect of different treadmill interventions on gait development in new walkers with Down syndrome. **Gait & Posture**. 2008 Feb;27(2):231-8.
- Barela AM, Stolf SF, Duarte M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. **Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**. 2006 Jun;16(3):250-6.
- CASTRO KC d. **Características biomecânicas dos pés durante a marcha de crianças típicas e com síndrome de Down**. 2012. Dissertação de Mestrado/Pós-Graduação em Fisioterapia – Universidade Federal de São Carlos.
- DOS SANTOS ARAUJO AG, Scartezini CM, Krebs RJ. Análise da marcha em crianças portadoras de síndrome de Down e crianças normais com idade de 2 a 5 anos. **Fisioterapia em Movimento**. 2007;20(3).
- GIMENEZ R, de Jesus Manoel E, de OLIVEIRA DL, et al. Combinação de padrões fundamentais de movimento: crianças normais, adultos normais e adultos portadores da Síndrome de Down. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. 2004;18(1):101-116.
- MANN L, C.S. Teixeira and C.B. Mota A marcha humana: interferências de cargas e de diferentes situações. **ArqCiêncSaude** Unipar, Umuarama. 2008a; 12:257-264.
- MANN L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, et al. A marcha humana: investigação com diferentes faixas etárias e patologias. **Motriz Revista de Educação Física** UNESP. 2008b;14(3):346-353.
- MIYOSHI T, Shirota T, Yamamoto S, et al. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. **Disability and Rehabilitation**. 2004 Jun 17;26(12):724-32.
- WU J, Ajisafe T. Kinetic patterns of treadmill walking in preadolescents with and without Down syndrome. **Gait & Posture**. 2014 Jan;39(1):241-6.