

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO VESTÍVEL PARA MENSURAR POR
 ACELEROMETRIA: A EVOLUÇÃO DA MARCHA DE PACIENTES NO PERÍODO PÓS-
 OPERATÓRIO**

***DEVELOPMENT OF A WEARABLE DEVICE TO MEASURE BY ACCELEROMETRY: THE
 EVOLUTION OF PATIENT GAIT IN THE POSTOPERATIVE PERIOD***

Luiz Augusto Bittencourt Campinhos
 Faculdade Brasileira de Cachoeiro – Multivix – Cachoeiro de Itapemirim – Espírito Santo –
 Brasil
luiz.campinhos@multivix.edu.br

RESUMO

Objetivo: desenvolver um dispositivo vestível de baixo custo, funcional e preciso o suficiente para uso em um cenário ambulatorial, que sirva como mais uma ferramenta no acompanhamento e reabilitação dos pacientes com fraturas do fêmur proximal. **Resultados:** As avaliações que utilizam a acelerometria como forma complementar aos métodos clínicos tradicionais, trazem maior fidelidade não somente a análise realizada da marcha, mas também ao equilíbrio do tronco e da cabeça. **Conclusões:** Os achados corroboram com a ideia dos autores de que é possível utilizar um dispositivo vestível de baixo custo capaz de realizar acelerometria para estudo da marcha em paciente submetidos a tratamento não somente cirúrgico, mas em diversas outras situações clínicas.

Palavras-Chave: Acelerometria. Marcha. Pós-operatório.

ABSTRACT

Objective: develop a low-cost wearable device, functional and accurate enough for use in an outpatient setting, which serves as another tool in the monitoring and rehabilitation of patients with fractures of the proximal femur. **Results:** Assessments that use accelerometry as a complement to traditional clinical methods bring greater fidelity not only to the gait analysis performed but also to the balance of the trunk and head. **Conclusions:** The findings corroborate the authors' idea that it is possible to use a low-cost wearable device capable of performing accelerometry to study gait in patients undergoing treatment not only in surgery but in several other clinical situations.

Keywords: Accelerometry. March. Postoperative.

1 Introdução

A marcha é o resultado do complexo funcionamento conjunto das inúmeras articulações e músculos do corpo humano. Representa um fiel reflexo da integração entre sistema nervoso e osteomuscular, sendo por vezes a primeira a ser alterada frente a patologias ortopédicas.

Alterações da marcha são identificadas pelo médico especialista durante o exame físico e fornecem dados cruciais para o diagnóstico e avaliação do resultado de tratamentos empregados e que geralmente não estão disponíveis no contexto ambulatorial de forma simples e acessível.

Entretanto, alterações sutis ou quantificáveis requerem extenso aparato, geralmente não disponível no contexto ambulatorial de forma simples e acessível. Estudos da marcha por meio de acelerômetros datam da década de 1950 (1,2).

Na última década os estudos da marcha ganharam força, com a acelerometria. Essa abordagem usa pequenos sensores eletrônicos capazes de gerar medidas de aceleração quando em movimento, sensores esses que por sua vez são colocados em dispositivos vestíveis e utilizados pelos indivíduos a serem estudados. O emprego desses dispositivos para a análise da marcha em indivíduos idosos que apresentam alterações no padrão da marcha normal, porém de ordem fisiológica com quantificação de uma redução da velocidade e amplitude da passada (3,4). A partir dos dados colhidos, inúmeros parâmetros da marcha podem ser estabelecidos, tornando assim a análise fina da marcha possível com poucos recursos em situações cotidianas como a do consultório médico.

O objetivo com este trabalho é desenvolver um dispositivo vestível de baixo custo, funcional e preciso o suficiente para uso em um cenário ambulatorial, que sirva como mais uma ferramenta no acompanhamento e reabilitação dos pacientes com fraturas do fêmur proximal, gerando dados objetivos para comparação e individualização de terapias.

2 Apresentação da Experiência

O desenvolvimento do dispositivo vestível teve como base a placa de desenvolvimento NodeMCU, uma plataforma de internet das coisas que utiliza o sistema-em-um-chip ESP8266 com capacidades Wi-Fi, e o acelerômetro de baixo custo MPU-6050. Os componentes eletrônicos foram colocados dentro de um case vestível que por sua vez é fixado na perna do paciente a ser estudado. O controle do dispositivo é realizado remotamente por um computador conectado à internet.

As medições iniciais foram realizadas em indivíduos saudáveis e em ambiente controlado a fim de validar a funcionalidade do dispositivo. As medições resultam em dados em uma frequência de 65hz, com leituras de aceleração em 3 eixos, que são

combinados em um vetor resultante, permitindo anular o efeito de variações da fixação nas medições. Os dados são armazenados em um cartão SD no próprio dispositivo e depois enviados ao operador pela internet ou manualmente por leitura do cartão.

Foi escolhido como ponto de fixação do dispositivo a face medial da perna, usando como referência distal o maléolo medial, para aproveitar-se da anatomia relativamente plana da face medial da tíbia para manter o dispositivo nivelado. Entretanto, durante o desenvolvimento do projeto foram levantados outros pontos de fixação que podem trazer resultados mais fidedignos que ainda carecem de teste pela equipe para comparação.

Os dados colhidos foram transformados em gráficos para análise e processados no intuito de reduzir o ruído do acelerômetro. Através de um processo de dupla integração da aceleração colhida espera-se obter o valor de deslocamento do dispositivo, que quando combinado com os dados de número de passos nos permitirá estabelecer o comprimento médio da passada, principal dado inicialmente elencado para acompanhamento da reabilitação dos pacientes.

Padronizou-se medidas em ciclos de 05 passos partindo e retornando o repouso, permitindo descartar a necessidade de um pedômetro para mensuração do número de passos.

3 Discussão

A utilização de acelerômetros se torna factível para o estudo dos ciclos da marcha, mas também durante atividades da vida diária como se sentar e levantar-se de uma cadeira (5, 6). As avaliações que utilizam a acelerometria como forma complementar aos métodos clínicos tradicionais, trazem maior fidelidade não somente a análise realizada da marcha, mas também ao equilíbrio do tronco e da cabeça (7).

A utilização de dispositivos compactos e de baixo custo, facilitam o uso além de promover uma maior difusão dessa ferramenta, conforme já descrito por Culhane et al.

Uma importante utilidade desses dispositivos está na identificação e monitoramento de indivíduos propensos a quedas (8) o que como método preventivo em idosos têm um papel fundamental nessa triagem, facilitando assim o estabelecimento de medidas preventivas. Uma outra situação clínica de importância clínica reside em monitorar a marcha nos indivíduos portadores de Doença de Parkinson (9) e assim poder auxiliar na evolução da marcha desses indivíduos durante o tratamento (10).

4 Conclusão

Os achados corroboram com a ideia dos autores de que é possível utilizar um dispositivo vestível de baixo custo capaz de realizar acelerometria para estudo da marcha

em paciente submetidos a tratamento não somente cirúrgico, mas em diversas outras situações clínicas.

Referências

1. Gage H. Accelerographic analysis of human gait. Washington DC: American Society for Mechanical Engineers, 1964.
2. Saunders J, Inman V, Eberhart H. The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone Jnt Surg* 1953; 35A: 543–58.
3. Kavanagh JJ, Barrett RS, Morrison S. Upper body accelerations during walking in healthy young and elderly men. *Gait Posture* 2004; 20: 291–8.
4. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Acceleration patterns of the head and pelvis when walking on level and irregular surfaces. *Gait Posture* 2003; 18: 35–46.
5. Kerr KM et al. Analysis of the sit-stand-sit movement cycle in normal subjects. *Clin Biomech* 1997; 12: 236–45.
6. Boonstra M, van der Slikke R, Keijsers N et al. The accuracy of measuring the kinematics of rising from a chair with accelerometers and gyroscopes. *J Biomech* 2005; in press.
7. Kerr KM et al. Standardisation and definitions of the sit-stand-sit movement cycle. *Gait Posture* 1994; 2: 182–90.
8. Busmann JBJ et al. Measuring daily behaviour using ambulatory accelerometry: The Activity Monitor. *Behav Res Meth Instr Comp* 2001; 33: 349–56.
9. Hoff J, van der Meer V, van Hilten J. Accuracy of objective ambulatory accelerometry in detecting motor complications in patients with Parkinson's disease. *Clin Neuropharmacol* 2004; 27: 53–7.
10. Smeja M et al. 24-h assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry. *J Psychophysiol* 1999; 13: 245–56.