

## EXOESQUELETOS NA ASSISTÊNCIA A MARCHA HUMANA

### *Exoskeleton in the assistance of the human gait*

**RESUMO:** A marcha humana representa um indicador de qualidade de vida importante. O déficit de marcha é um dos desafios enfrentados pelos indivíduos afetados por qualquer transtorno neurológico, como lesão da medula espinhal, acidente vascular cerebral, entre outros. O treinamento de marcha para pacientes com distúrbios neurológicos é de grande interesse para os pesquisadores envolvidos no desenvolvimento de tecnologias assistivas, bem como para fisioterapeutas empenhados na reabilitação desses pacientes. Exoesqueletos já foram apresentados nos filmes de ficção científica como Alien, Matrix e Avatar. Este é um típico caso em que a vida imita o vídeo. Exoesqueletos como aqueles têm sido desenvolvidos pelas forças armadas para auxiliar em tarefas militares e agora estão sendo empregados na saúde. Há grande expectativa acerca dos benefícios desse tipo de dispositivo para obtenção da funcionalidade e independência de pessoas com dificuldades na marcha, bem como para compreensão dos comprometimentos clínicos e funcionais através da pesquisa. Entretanto, para a realidade brasileira, é uma tecnologia de custo elevado e disponível, no caso do Keeogo, apenas no Canadá. Já o Exo-H2 possui distribuidores na Espanha, Itália, Chile, Colômbia, Coreia e outros.

**Palavras-chave:** Exoesqueleto energizado. Marcha. Reabilitação.

**ABSTRACT:** Human gait is an important indicator of quality of life. Gait deficit is one of the challenges faced by people affected by any neurological disorder, such as spinal cord injury, stroke, among others. Walking training for patients with neurological disorders is of acute interest to researchers involved in the development of assistive technologies as well as physiotherapists committed to the rehabilitation of these patients. Exoskeletons have already been featured in science fiction films such as Alien, Matrix and Avatar. This is a typical case where life imitates the video. Exoskeletons like those have been originated by the military to aid in military undertakings and are now being employed in health. There is great expectation about the benefits of this type of device to obtain the functionality and independence of people with gait difficulties, as well as to understand the clinical and functional compromises through the research. However, for the Brazilian reality, it is a technology of high cost and available, in the case of Keeogo, only in Canada. Exo-H2 has distributors in Spain, Italy, Chile, Colombia, Korea and others.

**Keywords:** Exoskeleton Device. Gait. Rehabilitation.

**Kelly Cristina de Faria Xavier Maggi<sup>1</sup>**  
**Luís Eduardo Maggi<sup>2</sup>**

1- Fisioterapeuta, Rio Branco, Acre.

2- Professor Adjunto do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN) da Universidade Federal do Acre. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde na Amazônia Ocidental.

E-mail: kellyxavierfaria@gmail.com

**Recebido em:** 16/04/2018

**Revisado em:** 20/05/2018

**Aceito em:** 27/06/2018

## INTRODUÇÃO

A marcha humana representa um indicador de qualidade de vida importante. Do ponto de vista biomecânico se constitui de movimentos coordenados dos segmentos corporais e de uma interação dinâmica de forças internas e externas.<sup>1</sup>

Ao se fazer um resgate histórico sobre a evolução da análise clínica da marcha, Sutherland<sup>2,3</sup> comenta os vários atores envolvidos e dificuldades enfrentadas no estudo da marcha, tais como: aperfeiçoamento da eletromiografia cinesiológica; aprimoramento de métodos para aquisição de dados da marcha; desenvolvimento de hardware e software precisos e confiáveis para medições das rotações angulares das articulações individuais.

O déficit de marcha é um dos desafios enfrentados pelos indivíduos afetados por qualquer transtorno neurológico, como lesão da medula espinhal, acidente vascular cerebral, entre outros. O treinamento de marcha para pacientes com distúrbios neurológicos é de grande interesse para os pesquisadores envolvidos no desenvolvimento de tecnologias assistivas<sup>4</sup>, bem como para fisioterapeutas empenhados na reabilitação desses pacientes.

Exoesqueletos já foram apresentados nos filmes de ficção científica como *Alien*, *Matrix* e *Avatar*. Este é um típico caso em que a vida imita o vídeo. Exoesqueletos como aqueles têm sido desenvolvidos pelas forças armadas para auxiliar em tarefas militares e agora estão sendo empregados na saúde. Eles podem ser definidos como *Wearable Robotic Exoskeleton* e são usados por operadores humanos, seja para suplementar a função de um membro ou para substituí-lo completamente<sup>5</sup>.

Em 2002, Sutherland<sup>3</sup> enfatizou como perspectiva futura, que seria empregado na próxima década, o uso da estatística com rede neural na análise clínica da marcha e diagnóstico assistido por computador.

Os sistemas de exoesqueleto desenvolvidos para os membros inferiores baseiam-se na estimativa da marcha com o torque da articulação necessário para realizar o movimento. Para tanto, as redes neurais estão sendo utilizadas em estudos para sincronizar o movimento entre as trajetórias humana e robótica<sup>6</sup>.

Exoesqueletos fornecem assistência motivada nos quadris e joelhos através de motores, enquanto os tornozelos e os pés geralmente são assistidos com órteses dinâmicas do pé e tornozelo. Esta assistência completa ou parcial gera e coordena movimentos de flexão e extensão nessas articulações para produzir ou ajudar com transferências de sentar-levantar e andar<sup>7</sup>.

Comercialmente disponíveis podemos citar os seguintes exoesqueletos: ReWalk<sup>8</sup>, Indego<sup>9</sup> and Hybrid Assistive Limb (HAL)<sup>10</sup>, Keeogo<sup>11</sup>.

## KEEOGO

Como pode ser visto na Figura 1, autorizada pela empresa B-Temia Inc em 03/05/2018, o Keeogo (Figura 1) é um dispositivo de marcha bilateral disponível para compra e ou locação a partir de 2014. É classificado como dermoesqueleto motorizado, projetado para auxiliar pessoas com deficiências relacionadas à mobilidade (caminhar, subir e descer escadas, sentar e levantar).<sup>12</sup>



**Figura 1** – Keeego exoesqueleto. Source: B-Temia Inc.

A diferença entre Keeego dos exoesqueletos tradicionais é que o dermosqueleto é leve e requer que os usuários iniciem todos movimentos. Keeego opera através de sensores no quadril e nas articulações do joelho para ajudar a identificar e interpretar o movimento que o usuário está tentando realizar, então um torque complementar é fornecido por um motor alinhado com as articulações do joelho do usuário para ajudar a completar o movimento.

O dispositivo objetiva permitir que indivíduos que experimentam fadiga, fraqueza muscular e dor nas articulações utilizem o dermosqueleto em casa e na comunidade para melhorar a capacidade locomotora e assim ter maior qualidade de vida e independência em

suas atividades. A gravidade da deficiência de um indivíduo pode afetar a funcionalidade do sistema. Assim, este dispositivo pode não fornecer benefícios significativos para todos os usuários.

Ao tratar da avaliação do Dermosqueleto Keeego<sup>12</sup>, pesquisadores objetivaram determinar as características funcionais (resistência e velocidade de caminhada) específicas em usuários que sofrem de deficiências neurológicas e que se beneficiariam do uso do dispositivo. Avaliaram e quantificaram também o benefício específico que o KeeegoT fornece a um sobrevivente de derrame cerebral (deficiência no lado esquerdo) em termos de desempenho, controle motor, cinética e controle postural. Os resultados

mostraram que pacientes com menores déficits motores obtiveram melhores resultados com o uso do dispositivo.

### EXO-H2

Outro exoesqueleto é o Exo-H2 (Figura 2) que pode imitar completamente o processo de caminhar humano. A Figura 2 teve sua publicação autorizada pela empresa Technaid, S.L. dia 27/04/2018. O mesmo é apenas para uso em pesquisa e é comercializado como um protótipo de pesquisa para universidades e hospitais para que validem suas teorias e

algoritmos. Não está disponível para uso particular ou clínico.

Indicado para pessoas com lesão ou paralisia cerebral com membros inferiores afetados, o Exo-H2 avalia a marcha de pessoas que perderam parcialmente a capacidade de caminhar ou para aquelas pessoas que precisam "aprender a andar de novo" após sofrer um acidente ou doença neurológica, como lesão medular, AVC e, em geral, por qualquer dano cerebral adquirido que limita a capacidade de andar.<sup>13</sup>



**Figura 2.** Exo-H2 Exoesqueleto. Exo-H2 by Technaid, S.L.

### CONCLUSÃO

Há grande expectativa acerca dos benefícios desse tipo de dispositivo para obtenção da funcionalidade e independência de pessoas com dificuldades na marcha, bem

como para compreensão dos comprometimentos clínicos e funcionais através da pesquisa. Entretanto, para a realidade brasileira, é uma tecnologia de custo elevado e disponível, no caso do Keeogo, apenas no

Canadá. Já o Exo-H2 possui distribuidores na Espanha, Itália, Chile, Colômbia, Coreia e outros.

13. Technaid. Exo H2 Exoskeleton [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 23]. Available from: <http://www.technaid.com/products/robotic-exoskeleton-exo-exoesqueleto/>

## REFERÊNCIAS

1. Neumann DA. Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação. Elsevier, editor. Rio de Janeiro; 2011.
2. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part I: kinesiological EMG. *Gait & Posture*. England; 2001 Jul;14(1):61–70.
3. Sutherland D. The evolution of clinical gait analysis: Part II Kinematics. *Gait & Posture*. 2002;16(2):159–79.
4. Rajasekaran V, López-Larraz E, Trincado-Alonso F, Aranda J, Montesano L, Del-Ama AJ, et al. Volition-adaptive control for gait training using wearable exoskeleton: preliminary tests with incomplete spinal cord injury individuals. *J Neuroeng Rehabil*. London: BioMed Central; 2018 Jan;15:4.
5. Pons JL. *Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons*. Madrid, Spain: John Wiley & Sons, Ltd; 2008. 360 p.
6. Choi H, Seo K, Hyung S, Shim Y, Lim S-C. Compact Hip-Force Sensor for a Gait-Assistance Exoskeleton System. *Sensors (Basel)*. Switzerland; 2018 Feb;18(2).
7. Gagnon DH, Escalona MJ, Vermette M, Carvalho LP, Karelis AD, Duclos C, et al. Locomotor training using an overground robotic exoskeleton in long-term manual wheelchair users with a chronic spinal cord injury living in the community: Lessons learned from a feasibility study in terms of recruitment, attendance, learnability, performa. *J Neuroeng Rehabil*. England; 2018 Mar;15(1):12.
8. Rewalk. Rewalk: More than walk [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 23]. Available from: <http://rewalk.com/>
9. Indego. Indego: Powering people forward [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 23]. Available from: <http://www.indego.com/indego/en/home>
10. cyberdyne. What's the HAL? The world first cyborg-type robot HAL. [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 23]. Available from: <https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/>
11. Keeogo. Keeogo: Regain the freedom to walk and keep on going [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 23]. Available from: <https://keeogo.com/>
12. Mcleod JC, Ward SJM, Hicks AL. Evaluation of the Keeogo™ Deroskeleton. *Disabil Rehabil Assist Technol*. Taylor & Francis; 2017 Nov;1–10.