

DESENVOLVIMENTO DE APARATO ELETRÔNICO AUXILIADOR DE LOCOMOÇÃO VERTICAL PARA DEFICIENTES FÍSICOS

José Carlos L. Santiago Neto, PUC-Rio, jclobosantiago@hotmail.com

Djenane C. Pamplona, PUC-Rio, djenane@puc-rio.br

Guilherme Rodrigues de Paula, PUC-Rio, guirsp@hotmail.com

Hans Ingo Weber, PUC-Rio, hans@puc-rio.br

Jorge dos Santos Lopes, PUC-Rio, jorgelopes.int@gmail.com

Resumo. Este artigo descreve o desenvolvimento de um aparato eletrônico auxiliador de locomoção vertical para usuários com alguma deficiência física nos membros inferiores. O aparato consiste na adaptação de atuadores lineares em muletas axilares com o objetivo de estender e recolher parte da muleta quando desejado, permitindo aumentar e diminuir sua altura. A utilização desse novo dispositivo permite que o usuário sente e levante de uma cadeira, vá ao banheiro sem a ajuda de outra pessoa e até mesmo suba escadas mais facilmente. O acionamento das muletas é feito por meio de botões localizados no punho da muleta direita (para destros) e a comunicação entre elas é feita por radiofrequência. O aparato possui um sistema de controle que faz com que as muletas se autorregulem caso haja alguma pequena diferença de posição entre elas, sempre baseado na posição da muleta direita. O sistema de controle das muletas possui comunicação via bluetooth com smartphones que utilizam a plataforma Android, isto possibilita a melhor adaptação das muletas a usuários com diferentes alturas, já que por meio de um aplicativo o mesmo informa sua altura e o sistema calibra os fins de curso dos atuadores de forma a mantê-los sempre dentro da melhor faixa de altura. Outra característica importante deste novo modelo de muleta axilar é que a mesma possui uma carenagem produzida em vacuum forming. Esta carenagem pode ser personalizável e de fácil troca, possibilitando ao usuário combinar suas muletas com suas roupas e ocasiões de uso, assim como algumas próteses e órteses. Foram realizados testes práticos fazendo uso dessas muletas atuadas que se mostraram em funcionamento, o que segundo os usuários que realizaram os testes, viabiliza o ato de sentar e levantar mais facilmente.

Palavras chave: Muleta, biomecânica, eletrônica

1. INTRODUÇÃO

Dispositivos com a finalidade de auxiliar na locomoção são muito utilizados por pessoas com alguma deficiência física nos membros inferiores. A muleta axilar é talvez a concepção mais antiga para esta função. Vê-se sua presença em desenhos que existem, desde o Egito Antigo, cerca de 2830 A.C., Fig. (1). Elas sofreram poucas modificações e inovações nos últimos anos e por isso não estão sendo tão utilizadas quanto outros tipos de muletas, como a canadense. Este tipo de muleta apresenta um dos menores gastos energéticos quando comparado a outros tipos de muletas, bengalas e andadores “LeBlanc *et al.*, 1993”, além de terem a grande vantagem de, por se apoiarem nas axilas, liberar as mãos dos usuários quando parados, para abrirem ou fecharem portas e outros movimentos com as mãos ocasionando maior liberdade e bem estar. Entretanto, a utilização de muletas em geral aumenta o gasto energético do usuário se comparado com a marcha normal “Michael e Livine, 1999”.

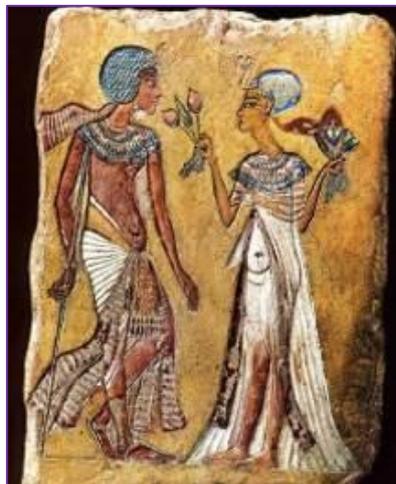


Figura 1. Filhos de Echnaton com muletas, 1350 A.C. (Museu Egípcio, em Berlim)

Além destes danos, um grande problema no uso de muletas em geral e em particular das axilares é a dificuldade gerada ao usuário no movimento de sentar-se e levantar-se e também subir e descer escadas, aumentando sua dependência e causando constrangimento.

2. OBJETIVOS

Baseado nos problemas encontrados no uso de muletas axilares, esta pesquisa pretendeu resolver ou amenizar os danos causados por eles. Para tanto ela se foca no aumento da mobilidade vertical do usuário de muleta axilar, e torná-la um aparato mais pessoal e personalizável, possuindo um visual moderno e agradável. A ideia é que a muleta axilar, sendo uma extensão do indivíduo, seja para ele considerada um adereço, gerando praticidade.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de melhorar a mobilidade vertical da muleta axilar, permitindo que a mesma possa mudar seu curso de forma rápida e com isso ajudar o usuário a sentar e levantar e até mesmo subir escadas, foram adaptados atuadores lineares eletrônicos capazes de recolher e estender a muleta de acordo com a necessidade do usuário. Para garantir a perfeita montagem do protótipo com todos os seus componentes, foi criado um modelo 3D utilizando o programa SolidWorks levando em consideração cada detalhe dos componentes. A Figura (2) mostra o desenho em CAD da muleta e do atuador.

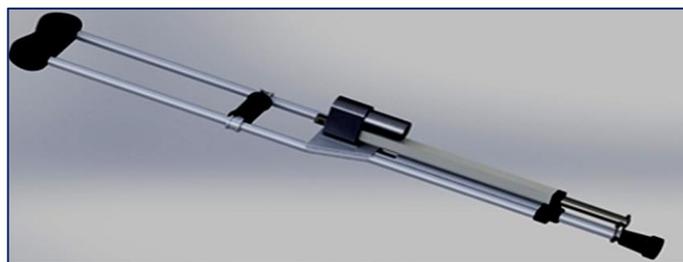


Figura 2. Muleta com atuador

Para viabilizar o controle do curso e posição das muletas são utilizados microcontroladores do tipo Arduino UNO em cada uma delas. Seu acionamento é feito por meio de botões localizados abaixo do punho da muleta direita, como mostrado na Fig. (3), o botão verde faz com que as muletas subam e o vermelho com que desçam. A comunicação entre as duas muletas é feita via radiofrequência e possibilita que as mesmas autorregulem, evitando ocasionar problemas nas articulações dos ombros. Para garantir a autonomia da eletrônica, são utilizadas baterias de lítio que são capazes de sustentar todo o sistema por quase 30 horas. Também foi criada uma conexão via Bluetooth com smartphones com plataforma Android, esta conexão possibilita ao usuário acompanhar os níveis das baterias e calibrá-las caso note alguma pequena diferença de posição. Para isto, foi criado um aplicativo capaz de realizar estas funções. Outra importante função do aplicativo é a calibragem dos fins de curso das muletas de acordo com a altura do usuário, que é informada ao aplicativo ao início do primeiro uso, sendo permitida a reentrada de dados caso outra pessoa use o dispositivo. Pensando na estética e conforto do usuário, o aparato torna-se personalizável criando a ideia de que é um adereço. Para tanto foi projetada uma carenagem que além de esconder o atuador, eletrônica e bateria, atribuiu à muleta formas harmônicas e modernas, tornando-a visualmente mais agradável, Fig. (4).

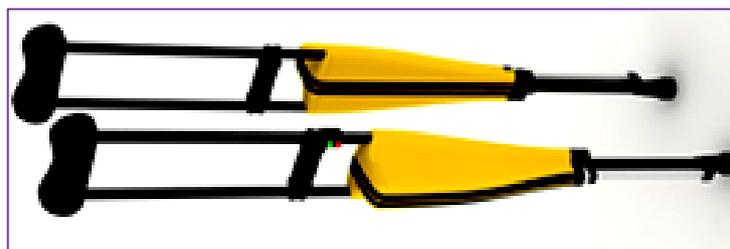


Figura 3. Projeto de muleta com carenagem



Figura 4. Par de muletas prontas

A carenagem foi produzida em vacuum forming, por ser razoavelmente resistente e barato, permitindo que o usuário troque suas carenagens de acordo com a sua roupa ou ocasião do uso. A Figura (5) mostra três exemplos de personalização.

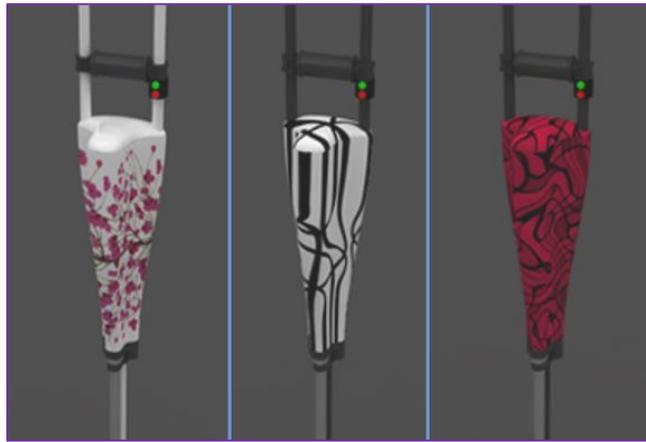


Figura 5. Diversos tipos de carenagem

Após a montagem do primeiro protótipo, foram realizados testes práticos com tres pessoas não deficientes. Os testes foram realizados com o usuário sentado e levantado de cadeiras e bancos com uma das pernas amarradas, sem que ela pudesse encostar no chão. Os usuários pesavam entre 70 e 85 quilos, estando dentro do limite dos atuadores que juntos possuem capacidade de levantar pessoas de até 120 quilos.

4. RESULTADOS

Os testes mostraram que o sistema ajuda o paciente a erguer e recolher seu corpo diminuindo o esforço necessário para tais ações, Fig. (6).



Figura 6. Usuário sentando e levantando

5. CONCLUSÃO

Após a realização dos testes, foi constatada uma grande melhora na mobilidade vertical da muleta, que é capaz de levantar até 100% do peso dos usuários, tornando seu desempenho mais independente e tirando a ideia da muleta como somente um equipamento médico, transformando-a em um adereço.

6. REFERÊNCIAS

- LeBlanc, M., Lawrence E. Carlson, L., Nauenberg, T., 1993, “A quantitative comparison of four experimental axillary crutches”, *Journal of Prosthetics and Orthotics*, Vol. 5 n° 1, pp. 20–28.
- Michael, W., Levine, D., 1999, “Three-dimensional relationships between the movements of the pelvis and lumbar spine during normal gait”, *Human Movement Science*, Vol. 18, n° 5, pp. 681-692.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores são profundamente gratos ao designer Bruno da Cruz Trindade por sua participação, à FAPERJ pelo financiamento desta pesquisa com o Auxílio APQ1 E-26/111.376 e ao CNPq pelo apoio que tem sido dado às pesquisas durante anos.

8. ABSTRACT

This article describes the development of electronic apparatus to help in vertical mobility for user with disabilities in the lower limbs. This apparatus consists on the adaptation of linear actuators in axillary crutches in order to extend and retract the crutch when desired, increasing and decreasing its height. This fact allows the user to sit and rise from a chair, go to the bathroom without help from another person and even climb stairs more easily. The drive of the crutches is done through two buttons in the handle of the right crutch and the communication between them is done by radio frequency. The apparatus has a control system that makes the crutches self regulate if there is some small difference in position between them, always based on the position of the right crutch. The system has a Bluetooth communication with smartphones that use Android platform, it allows enables a better adaptation for user with different heights, since through a mobile app the user inform his height and the system can calibrate the actuators limits in order to keep them always in the better height range. Another important feature of this new model of axillary crutch is that it has a fairing produced in by vacuum forming attributing to the crutches young and modern forms. This fairing can be customizable and easy to exchange, enabling the user to combine their crutches with his clothes and occasions of use. Practical tests were performed making use of these actuated crutches and it have shown in perfect working order, which according to the users who performed the tests, considerably reduces the force needed to lift.

9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.