

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PLATAFORMA ROBÓTICA PARA REABILITAÇÃO DOS MOVIMENTOS DA ARTICULAÇÃO DO TORNOZELO

Ana Carolina B. F. Gonçalves^{a,b}, Adriano A. G. Siqueira^{a,c}, Wilian M. dos Santos^a,
Leonardo J. Consoni^a and Luiza M. S. do Amaral^a

^aLaboratório de Reabilitação Robótica, Grupo de Mecatrônica, Mechatronics Group, Universidade de São Paulo em São Carlos, São Carlos, SP, Brazil. siqueira@sc.usp.br. <http://www.mecatronica.eesc.usp.br/>.

^bCentro de Reabilitação SORRI-Bauru, Bauru, SP, Brazil. carol.barbosa.fisio@gmail.com.
<http://www.sorribauru.com.br/>.

^cCentro de Robótica de São Carlos e Centro de Estudos Avançados em Reabilitação, Universidade de São Paulo, SP, Brazil., <http://www.crob.usp.br/>. http://www.fm.usp.br/nap_near/.

Keywords: Reabilitação Robótica, Jogos Sérios, Reabilitação do Caminhar.

1 INTRODUÇÃO

As doenças cerebrovasculares, incluindo o acidente vascular encefálico (AVE), são a segunda causa de morte no mundo, e o principal causador das incapacidades na população adulta. Cerca de 15 milhões de pessoas sofrem AVE no mundo anualmente; destas, 5 milhões tornam-se incapacitadas, evoluindo com sequelas, entre elas a hemiparesia, necessitando de reabilitação motora. Quanto mais precoce a reabilitação, maiores são os ganhos obtidos, baseando-se na reorganização cortical e aprendizado motor. Desta forma, novos tratamentos e soluções tecnológicas foram desenvolvidos para enfrentar os desafios da reabilitação pós AVE: aumento da intensidade e duração da terapia incluindo manipulação externa; treinamento do movimento bilateral; e a reabilitação robótica (Krebs et al., 2008).

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e a avaliação de uma Plataforma Robótica para Reabilitação de Tornozelo – PRRT, desenvolvida no Laboratório de Mecatrônica da Escola de Engenharia de São Carlos, que será testada em indivíduos hemiparéticos, sendo verificada a adequação e usabilidade do equipamento. Os dispositivos robóticos possibilitam a realização de tarefas específicas repetidas vezes, de forma controlada e confiável, fator determinante para a facilitação da reorganização cortical, com aumento da habilidade motora e melhora do desempenho das atividades funcionais. Observamos que inovações tecnológicas, como robótica e jogos computacionais (Caurin et al., 2011), aplicadas à reabilitação do tornozelo hemiparético promovem aumento de velocidade da marcha, ganho de força muscular e amplitude de movimento (Forrester et al., 2011). Com base neste conhecimento, dois jogos foram desenvolvidos, um

para avaliar a força muscular de dorsiflexão do paciente e outro para avaliar a amplitude de movimento articular.

2 PLATAFORMA ROBÓTICA PARA REABILITAÇÃO DO TORNOZELO

A Plataforma Robótica para Reabilitação de Tornozelo foi idealizada com a intenção de beneficiar indivíduos que sofreram lesão cerebral, pois proporciona movimentação ativa ou ativa assistida da articulação do tornozelo, o que pode acarretar em uma melhora da força muscular, do controle motor e da sensibilidade, resultando em melhora do padrão de marcha e evitando o pé equino. A Figura 1 mostra a PRRT em detalhe e um usuário utilizando-a. A plataforma é acionada por um atuador elástico em série compacto (Amaral, 2011), que proporciona o controle de impedância do dispositivo.



Figura 1. Plataforma Robótica para Reabilitação de Tornozelo.

A plataforma poderá influenciar de forma positiva na melhora da qualidade de vida, promovendo inclusão social e incentivo à continuidade do processo de reabilitação. Neste sentido, o equipamento também poderá ser utilizado para avaliar com exatidão a força muscular dos dorsiflexores e amplitude de movimento articular ativa de dorsiflexão, tendo em vista a escassez de recursos de avaliação objetiva para os profissionais de Fisioterapia, o que coloca em dúvida os valores mensurados nos testes

convencionais.

A plataforma proposta é um recurso para incrementar a reabilitação de tornozelo em indivíduos que sofreram AVE, relacionado ao ganho de força muscular dos dorsiflexores de tornozelo, bem como aumento da amplitude de movimento articular deste mesmo segmento. Além de um novo método de avaliação objetiva para medir a força muscular do fibular anterior e tibial anterior e amplitude de movimento articular.

Buscando aproveitar os benefícios da terapia virtual, como o alto nível de motivação, promovendo ao mesmo tempo entreterimento e diversão, neste trabalho são propostos dois jogos computacionais para a estimulação e avaliação das forças musculares e da amplitude de movimento do tornozelo, durante a realização de dorsiflexão.

3 JOGOS PARA REABILITAÇÃO DO TORNOZELO

Nesta seção são apresentados resultados experimentais da utilização da Plataforma Robótica para Reabilitação de Tornozelo em conjunto com jogos computacionais desenvolvidos no laboratório.

Para avaliar a viabilidade da medição de força utilizando a plataforma, foi desenvolvido o jogo *O ATLETA*. A Figura 2 mostra a interface gráfica do jogo. A tela mostra o atleta correndo e, quando chega aos obstáculos, o paciente deve realizar força de dorsiflexão para que o atleta pule o obstáculo. Nota-se também a barra lateral que mostra a quantidade de força exercida pelo paciente e a força necessária para o atleta pular o obstáculo.



Figura 2. Interface gráfica do jogo O ATLETA.

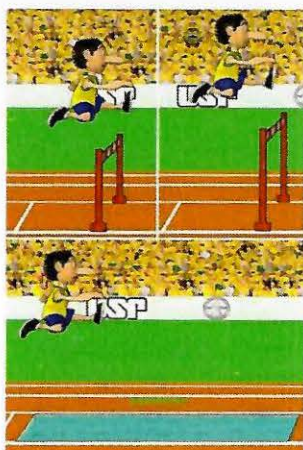


Figura 3. Obstáculos (barra menor, barra maior e piscina).

Três tipos de obstáculos são utilizados para avaliar a força muscular do paciente: uma barra menor, correspondente a 30% da força máxima realizada pelo paciente no início do

jogo; uma barra maior, referente a 50% da força máxima e uma piscina, no qual o paciente deve manter a força acima de 30% do valor máximo durante toda a extensão da piscina.

O jogo desenvolvido para a estimular e avaliar a amplitude de movimento articular do tornozelo chama-se *O GULOSO*. Neste jogo, a posição angular da articulação do tornozelo é associada à posição de uma figura gráfica de um bicho na tela do jogo. A Figura 4 mostra a interface gráfica do jogo. O objeto do jogo é coletar os alimentos que aparecem na tela, deslocando-se da direita para a esquerda. A posição em que os alimentos aparecem na tela também é determinada conforme uma rotina pré-determinada, que possui períodos onde a posição é determinada aleatoriamente e períodos em que a dorsiflexão máxima do paciente é estimulada ao máximo por um curto período de tempo.



Figura 4. Interface gráfica do jogo O GULOSO.

4 CONCLUSÕES

Resultados da literatura mostram que a utilização de dispositivos robóticos para reabilitação de tornozelo associados a estímulos virtuais, mesmo que na postura sentada, potencializa os ganhos relacionados à velocidade da marcha, comprimento da passada e cadência, ao caminhar sobre uma esteira rolante ou sobre o solo. Neste artigo é apresentada uma plataforma robótica para reabilitação do tornozelo e proposta um protocolo de avaliação de força muscular e amplitude de movimento baseado em jogos computacionais.

REFERENCES

- Amaral, L. M. S., Desenvolvimento de um Atuador Elástico em Série Compacto e suas Aplicações em Reabilitação, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- Forrester, L. W., Roy, A., Krebs, H. I., and Macko, R. F. Ankle training with a robotic device improves hemiparetic gait after a stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(4):369-377, 2011.
- Caurin, G. A. P., Siqueira, A. A. G., Andrade, K. O., Joaquim, R. C., Krebs, H. I. Adaptive Strategy for Multi-User Robotic Rehabilitation Games, *Proceedings of the 33rd Annual International IEEE EMBS Conference*, 2011, Boston, MA, USA.
- Krebs, H. I., Dipietro, L., Levy-Tzedek, S., Fasoli, S. E., Rykman-Berland, A., Zipse, J., Fawcett, J. A., Stein, J., Poizner, H., Lo, A. C., Volpe, B. T., and Hogan, N. A paradigm shift for rehabilitation robotics: Therapeutic robots enhance clinician productivity in facilitating patient recovery. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 27(4):61-70, 2008.