
Sistema computadorizado de treinamento baseado em jogos com o objetivo de reabilitar os membros superiores de indivíduos pós AVE

Computerized game-based training system with the aim of rehabilitating the upper limbs of individuals after a stroke

Sistema de entrenamiento computadorizado basado en juegos con el objetivo de reabilitar las extremidades superiores de personas después de un derrame cerebral

Douglas Crochi¹  
Silvia Regina Matos da Silva Boschi¹  
Luan de Almeida Moura¹  
Mariana da Palma Valério¹  
Terigi Augusto Scardovelli¹  
Silvia Cristina Martini¹  
Alessandro Pereira da Silva¹  

Tipo de Publicação: Resumo Expandido Estruturado

Área do Conhecimento: Área Exatas e Tecnologias

¹ Laboratório de Ambientes Virtuais e Tecnologia Assistiva (LAVITA), Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

O acidente vascular encefálico (AVE) acomete cerca de 15 milhões de pessoas a cada ano, o que o torna um problema de saúde pública mundial¹. A principal sequela do AVE é a hemiparesia do membro superior².

Dessa maneira, segundo Sun et al.³, a educação cruzada e a terapia de espelho surgem como técnicas capazes de estimular a recuperação motora do membro superior comprometido, mesmo na ausência de movimentos voluntários desse segmento.

Dessa maneira, a terapia de espelho em realidade virtual imersiva pode ser uma alternativa para que indivíduos sem movimentação ativa do membro superior, possam usufruir de uma reabilitação lúdica, interativa, e capaz de estimular a neuroplasticidade através da ativação do hemisfério cerebral comprometido⁴.

Contudo, embora a terapia de espelho em realidade virtual imersiva tenha surgido com o objetivo de sanar os problemas que limitavam o uso da terapia de espelho convencional em indivíduos com comprometimento neurológico, até o momento não há estudos investigando os efeitos da terapia de espelho em realidade virtual imersiva adjunto ao treinamento resistido unilateral em indivíduos pós AVE⁴.

Dessa forma, o uso de um ambiente virtual baseado em realidade virtual imersiva que apresente recursos terapêuticos da terapia de espelho realizada concomitantemente com o treinamento resistido unilateral, poderia contribuir substancialmente com a recuperação funcional de indivíduos com comprometimento motor nos membros superiores, uma vez que o aspecto lúdico propiciado pelo uso de tecnologias baseadas em realidade virtual tem o poder de mobilizar o paciente na realização da terapia e potencializar a ativação do hemisfério cerebral que controla o membro superior comprometido⁵.

2. OBJETIVO

Desenvolver um sistema de ambiente virtual imersivo baseado em realidade virtual, com o uso dos aspectos da terapia de espelho e do treinamento resistido unilateral, para a recuperação funcional de indivíduos com hemiparesia do membro superior.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O jogo será desenvolvido visando reabilitar o membro superior comprometido de pacientes com hemiparesia pós AVE, utilizando os princípios da terapia de espelho e do treinamento resistido unilateral. Para isso, o indivíduo irá realizar um protocolo de treinamento resistido com seu membro superior sadio, e deverá permanecer com seu membro superior comprometido estático ao lado do corpo. Assim, através do uso do

dispositivo de realidade virtual, os indivíduos irão visualizar no ambiente virtual uma representação espelhada de seus movimentos, onde seu membro superior comprometido se moverá.

Além disso, será desenvolvido um avatar na perspectiva de visão em primeira pessoa, representado por um homem ou mulher vestindo uma camiseta de manga curta. Para este jogo será desenvolvido um cenário semelhante a uma clínica de fisioterapia. O cenário será retratado de maneira realista objetivando tornar a experiência do jogador mais imersiva permitindo que ele realmente tenha a sensação de estar em um ambiente clínico⁴.

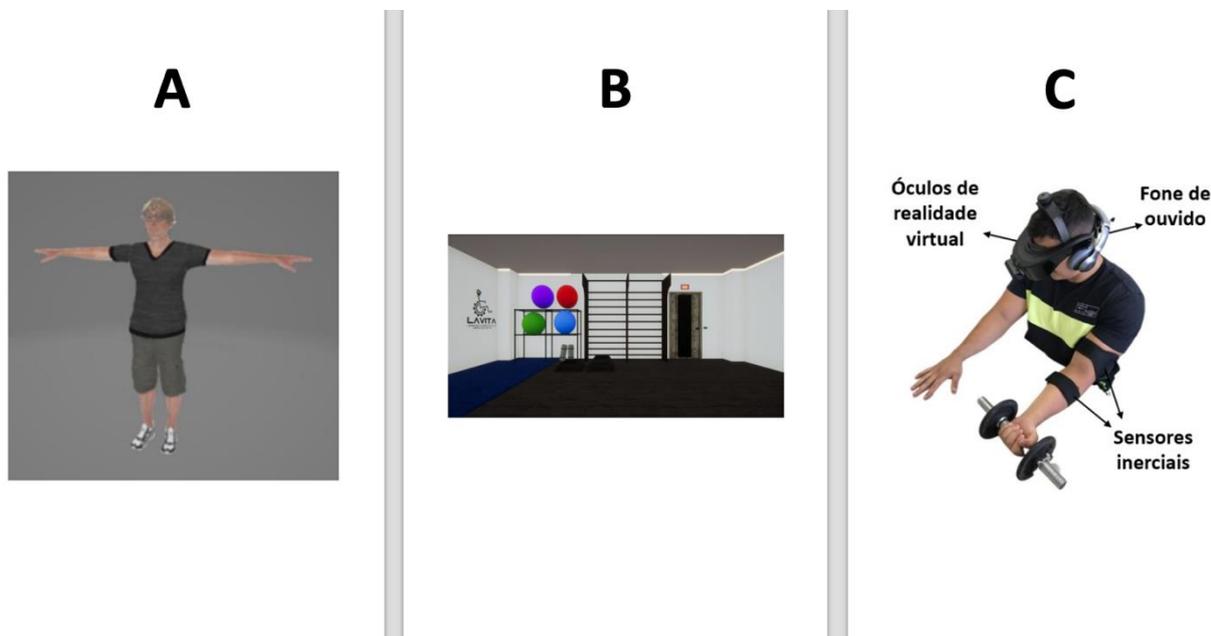
Neste estudo serão utilizados os sensores inerciais desenvolvidos para o controle do jogo, um halter ajustável, óculos de realidade virtual e um fone de ouvido. O sistema será desenvolvido para que os movimentos do membro superior sadio sejam espelhados no ambiente virtual para o membro superior comprometido, possibilitando a terapia de espelho⁵.

Para a validação do sistema proposto, foram realizados os teste de caixa branca e caixa preta. Com o objetivo de avaliar o sistema desenvolvido, 10 especialistas irão jogar o jogo e responder a escala SUS (System Usability Scale)⁶. Essa é uma escala rápida e confiável composta por um questionário de 10 itens, com cinco opções de resposta que variam desde concordo fortemente à discordo fortemente.

3. RESULTADOS

O personagem foi desenvolvido em primeira pessoa com o objetivo de dar ao jogo uma maior imersão ao usuário. Após a modelagem inicial, foi aplicado técnicas de texturização no personagem terminado (figura 1a). O cenário é composto por objetos 3D onde será realizado as tarefas, em conjunto com um avatar que o jogador tomará o controle. O cenário foi feito com base em uma clínica de fisioterapia que ajudará na imersão para a terapia, sendo composto por tatames, overball, estantes, maca e uma plataforma de caminhada (figura 1b). O sistema desenvolvido tem a função de realizar a terapia de espelho em conjunto com o treinamento resistido unilateral em um ambiente virtual imersivo para dar ao paciente a sensação de que o membro superior comprometido está se movendo (figura 1c).

FIGURA 1. Resultado da pesquisa. (a) Personagem desenvolvido (b) Ambiente virtual desenvolvido (c) Proposta de funcionalidade do sistema.



Fonte: Crochi et al. (2024)

Os testes de caixa branca e caixa preta foram realizados para a validação do sistema proposto. O teste de caixa branca foi feito observando o terminal do Unity ao iniciar o jogo. E como resultado, não foram encontrados nenhum erro interno no sistema.

Já nos testes de caixa preta foi realizada a segmentação das funções do sistema, desabilitando as demais. O objetivo do teste foi analisar o sistema em relação ao comportamento individual de cada uma das funções com a resposta esperada.

Os resultados mostram que em todos os testes, o controle e o jogo apresentaram respostas semelhantes ao que foi planejado.

4. DISCUSSÃO

Até o presente momento este estudo desenvolveu um ambiente virtual imersivo que atua na modalidade de terapia de espelho em conjunto com o treinamento resistido unilateral, para a reabilitação do membro superior de indivíduos com AVE, o que satisfaz os objetivos propostos inicialmente pelo trabalho.

O fato deste estudo ter criado um ambiente virtual imersivo para a terapia de espelho, corrobora com os achados de Howatson *et al*⁷, pois os autores afirmam que a terapia de espelho convencional é limitada, pois não dá ao paciente ilusão de que apenas o membro superior parético está se movendo.

Outro ponto importante de se levar em conta é que alguns estudos com óculos de realidade virtual utilizam um joystick para que o usuário controle o jogo^{4,5}. No entanto, para que o treinamento resistido

unilateral seja realizado o indivíduo necessita segurar uma halter em suas mãos, o que com o joystick não é possível. Assim, os sensores inerciais se tornam uma alternativa para que o jogador controle o jogo mantendo suas mãos livres para manipular um halter.

O que torna esse estudo inovador, é que diferente de Choi *et al.*⁸ que utilizaram o *Leap Motion* para a terapia de espelho, porém com jogos que fogem muito da realidade, o presente estudo tentou criar um ambiente realista em uma clínica de fisioterapia, onde o indivíduo enxerga seus membros realizando o movimento de forma realista, o que pode favorecer a resposta cerebral de ativação do lado comprometido na terapia, por dar a sensação de que realmente seu membro parético está se movendo.

Dessa maneira, a contribuição deste trabalho para a ciência é que através dessa pesquisa será possível analisar os efeitos da terapia de espelho em conjunto com o treinamento resistido unilateral em um ambiente virtual imersivo, tema que ainda não possui muitas respostas e diretrizes no meio científico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até aqui este estudo desenvolveu um ambiente virtual imersivo baseado em jogo para realizar a terapia de espelho em conjunto com o treinamento resistido unilateral de indivíduos com AVE. No entanto, ainda se faz necessário a aplicação da escala de usabilidade de sistema com os especialistas e a coleta de dados com pacientes para verificar os resultados que essa nova ferramenta trás para a reabilitação do membro superior de pacientes com AVE.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Agradecimento a Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro. Esta pesquisa recebeu apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (The São Paulo Research Foundation #2017/16292-1).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse. Eles são os únicos responsáveis pelo conteúdo e pela redação do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Allinson, K. Deaths related to stroke and cerebrovascular disease. *Diagnostic Histopathology*. 2019;25(11), 444-45.
2. Dhiman, N., Shah, G., Joshi, D.; Gyanpuri, V. Relationship between side of hemiparesis and functional independence using activities of daily living index. *Journal of the Anatomical Society of India*. 2014;63, 30-35.
3. Sun, Y., Ledwell, N., Boyd, L., Zehr, E. Unilateral wrist extension training after stroke improves strength and neural plasticity in both arms. *Exp Brain Res*. 2018;236(7), 2009-2021.
4. Weber, L., Nielsen, D., Gillen, G., Jin, Y., Stein, J. Immersive Virtual Reality Mirror Therapy for Upper Limb Recovery After Stroke A Pilot Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2019;98(9),783-788.
5. Choi, H., Shin, W., Bang, D. Mirror Therapy Using Gesture Recognition for Upper Limb Function, Neck Discomfort, and Quality of Life After Chronic Stroke: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*. 2019;25, 3271-3278.
6. Mcllellan, S., Muddimer, A., Peres, S. The Effect of Experience on System Usability Scale Ratings. *Journal of usability studies*. 2012;7(2), 56-57.
7. Howatson, G., Zult, T., Farthing, J., Zijdewind, I., Hortobágyi, T. Mirror training to augment cross-education during resistance training: a hypothesis. *Front Hum Neurosci*. 2013;7.
8. Choi, Y., Ku, J., Lim, H., Kim, Y., Paik, N. Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2016;34(3), 455-63.