

Fisioter Bras 2021;22(3):486-99

doi: [10.33233/fb.v22i3.4840](https://doi.org/10.33233/fb.v22i3.4840)

REVISÃO

A inserção da realidade virtual aplicada na recuperação físico-funcional de membros superiores após acidente vascular encefálico: uma revisão sistemática

The insertion of virtual reality applied in the physical and functional recuperation of upper limbs after a stroke: a systematic review

Deysiara Ferreira de Lima¹, Maria Andressa Viana Calaça¹, Pedro Henrique Silva Siqueira da Luz¹, Sergio Nader², Jacqueline Stephanie Fernandes do Nascimento³, Marco Orsini³, Silmar Teixeira⁴, Victor Hugo do Vale Bastos⁴

¹Acadêmico de Fisioterapia, Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

²Universidade Iguazu (UNIG) Escola de Medicina/Odontologia/Nutrição

³Universidade Iguazu (UNIG) Escola de Medicina

⁴Docente na graduação UFDPAR, Orientador PPGCBM, PPGBIOTEC e RENORBIO

Recebido 26 de abril de 2021; aceito 25 de junho de 2021

Correspondência: Deysiara Ferreira de Lima, Rua 13 de Maio, N50 Centro 64620-000 Dom Expedito Lopes, PiauÍ, Brasil

Deysiara Ferreira de Lima: deysiaralima@gmail.com
Maria Andressa Viana Calassa: adressakalassa@gmail.com
Pedro Henrique Silva Siqueira da Luz: phssluz@gmail.com
Sergio Nader: sergionader@yahoo.com.br
Marco Orsini: orsinimarco@hotmail.com
Silmar Teixeira: silmarteixeira@ufpi.edu.br
Victor Hugo Bastos: victorhugobastos@ufpi.edu.br

Resumo

Uma das principais causas de morte e limitação funcional em todo o mundo é o Acidente Vascular Encefálico (AVE), causando alterações significativas sobre as

atividades de vida diária do indivíduo. O AVE ocorre a partir de comprometimentos vasculares, ocasionando danos cognitivos e musculares, sendo necessário o tratamento fisioterapêutico para a recuperação da função. A realidade virtual se tornou uma aliada da fisioterapia para a recuperação de pacientes pós-AVE, como forma de tornar o tratamento mais interativo e atraente para o paciente. O presente estudo teve como objetivo verificar a eficácia do uso da realidade virtual na recuperação funcional dos membros superiores em pacientes com sequelas de AVE, por meio de uma revisão sistemática. Os estudos utilizados foram buscados em duas bases de dados, onde aqueles selecionados deveriam obedecer aos critérios de inclusão e exclusão pré-determinados. Os resultados obtidos mostraram que a realidade virtual em conjunto com a fisioterapia pode proporcionar resultados significantes para a melhora funcional do membro superior afetado, o que acarreta melhora e bem-estar geral do paciente.

Palavras-chave: acidente vascular encefálico; paralisia; realidade virtual.

Abstract

One of the main causes of death and functional limitation worldwide is the stroke, causing significant changes in the individual's daily activities. Stroke occurs from vascular impairments, causing cognitive and muscle damage, requiring physiotherapeutic treatment to recover function. Virtual reality has become a complement of physiotherapy for the recovery of post-stroke patients, with a way of making treatment more interactive and attractive to the patient. The present study aimed to verify the effectiveness of the use of virtual reality in the functional recovery of the upper limbs in patients with stroke sequelae, through a systematic review. The studies used were searched on two scientific bases, where those selected should obey the predetermined inclusion and exclusion criteria. The results obtained showed that virtual reality in conjunction with physical therapy can provide significant results for the functional improvement of the upper limb affected, which leads to improvement and general well-being of the patient.

Keywords: stroke; paralysis; virtual reality.

Introdução

O acidente vascular encefálico (AVE) como é mais conhecido consiste na alteração da circulação encefálica que causa alterações definitivas ou transitórias dependendo do grau de abrangência. O AVE causa limitação funcional e morte em todo o mundo e aqueles que sobrevivem ficam com comprometimento funcionais e cognitivos podendo levar ao óbito, sendo necessários intervenção imediata e rápido reconhecimento de seu acometimento [1]. A limitação funcional gera dificuldades, de acordo com a região acometida, o nível da lesão e a capacidade individual de recuperação. Essas dificuldades interferem na qualidade de vida com impacto no cotidiano da pessoa e da sua família. Os graus de limitação determinam os níveis de dependência por assistência e, conseqüentemente, o desafio ao cuidador/familiar [2].

O número de pessoas vítimas de AVE tem aumentado. No Brasil, no período de 2008 a 2011, ocorreram 424.859 internações de idosos, por AVE, com taxa de mortalidade de 18,32 [3]. Os fatores de risco não modificáveis para o AVE são: idade, sexo, raça, localização geográfica e hereditariedade, embora em 25% dos pacientes que sofreram AVE não seja possível determinar a etiologia. As chances de AVE duplicam após os 55 anos de idade. O sexo masculino é o mais acometido pelo AVE em idades inferiores aos 85 anos. Após essa idade, as mulheres são as mais afetadas em função da maior expectativa de vida [4]. Esses são alguns dados epidemiológicos que evidenciam a magnitude desse problema social, deixando clara a necessidade da busca de mais intervenções que possam oferecer condições favoráveis de tratamento aos combalidos.

A Realidade Virtual (RV) recentemente ganhou popularidade na recuperação funcional de AVE com base em sua natureza interativa e alto prazer e satisfação do paciente, o que aumenta a frequência, duração e intensidade da prática e, em última análise, facilita o treinamento específico de tarefas em altas doses. Resultados de pesquisas sugerem que a RV compreende tarefas motivadoras que facilitam muitas repetições em alta intensidade e promovem uma diversidade de movimentos ao fornecer estímulos. As áreas corporais mais relevantes na recuperação físico-funcional são os membros superiores, no

contexto do seu treinamento motor específico, isto tendo em vista o número significativo de pacientes com tais sequelas [5].

Aplicada à recuperação físico-funcional, a RV permite adaptação da terapia ao grau de função do paciente, coleta de dados mais precisa para mensuração dos resultados obtidos com o protocolo aplicado e maiores índices de motivação com o contexto da reabilitação, fatores de relevância sobre os resultados [6]. Outros tratamentos estão sendo buscados para aperfeiçoar os resultados terapêuticos, com isso a realidade virtual é um recurso que pode contribuir para a recuperação funcional de pacientes neurológicos, ela proporciona uma interação máquina-paciente que leva a uma aderência ao tratamento adequada na prática de exercícios [7].

Esta abordagem é benéfica não apenas porque trabalha os componentes da recuperação diretamente envolvidos na fisiopatologia, mas também porque estimula o interesse e a motivação do paciente em relação à terapia [8]. Essa última afirmação evidencia a relevância do presente, somado ao fato da necessidade de pesquisas de revisão na interação entre realidade virtual e recuperação físico-funcional após AVE. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo verificar a eficácia, por meio de uma revisão sistemática da literatura, do uso da realidade virtual na recuperação funcional dos membros superiores em pacientes com sequelas de AVE.

Metodologia

O presente artigo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura delineada a partir das recomendações do modelo PRISMA e tem como objetivo agrupar e sintetizar de forma sistemática as mais recentes pesquisas a respeito da utilização de realidade virtual no tratamento da paresia ou plegia/paralisia unilateral decorrente do AVE [9]. A partir do acrônimo PICO foi delimitada a pergunta chave para o processo de busca, sendo; População: pacientes vítimas de AVE com sequelas em membros superiores; Intervenção: realidade virtual com ênfase na recuperação funcional do membro superior afetado; Comparação: fisioterapia ou terapia ocupacional convencional e; Desfecho (*outcomes*) avaliado por meio dos testes funcionais de membros superiores e questionários que avaliassem a qualidade de vida. A pesquisa se

deu utilizando as bases de dados Pubmed e Sciencedirect, tendo o período de busca compreendido entre junho de 2019 a fevereiro de 2021. As palavras-chave utilizadas foram selecionadas de acordo com os DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), sendo elas, Virtual reality, Paralysis e Stroke.

Para uma maior precisão, os resultados se restringiam apenas a artigos experimentais com humanos publicado entre os anos de 2015 a fevereiro de 2021 e que pudessem ser acessados gratuitamente. Os estudos rastreados deveriam estar em conformidade com as palavras chaves, ano de publicação e filtrados por artigo de pesquisa. Logo depois eram avaliados pelo título e abstract. A partir daí, o texto completo era lido integralmente e selecionado quanto à elegibilidade segundo os critérios de inclusão e exclusão.

Critérios para inclusão

Os artigos selecionados foram estudos experimentais do tipo estudos de caso controlado e caso controle, que cumprissem o número mínimo de 20 pacientes, tratamento experimental com realidade virtual, apenas com humanos acima de 18 anos, estudos de pesquisa com pacientes com sequelas e hemiparesia, podendo se enquadrar em qualquer fase após-AVE, e estudos publicados nos últimos 5 anos, em português ou inglês. Para que a revisão ficasse mais específica incluiu-se apenas, os tratamentos para membros superiores, e onde os pacientes foram avaliados segundo escalas para avaliação do membro comprometido antes e depois do tratamento, e com avaliação de capacidade cognitiva para compreender o tratamento.

As intervenções adotadas nos estudos deveriam ter obrigatoriamente algum tipo de atividade com realidade virtual seja ela imersiva ou não com tratamento para hemiparesia ou hemiplegia de membros superiores.

Resultados e discussão

Quanto a busca de dados na base Sciencedirect, se deu utilizando a busca avançada com as palavras-chave *Virtual reality AND stroke AND paralysis*, também foi limitada apenas aos últimos 5 anos, obtendo 125 resultados, e por fim filtrados apenas os artigos de pesquisa. O resultado obtido foi de 45 artigos

rastreados para leitura integral. Após a avaliação quanto aos critérios de inclusão e exclusão 2 artigos foram incluídos nesta revisão.

Na base de dado Pubmed obteve-se 17 resultados, destes 5 estudos foram excluídos pois não apresentaram amostra suficiente, sendo 1 protocolo sem os resultados, 2 de marcha e equilíbrio, 2 por heminegligência ser fator de exclusão, 1 análise de tratamento. Seis artigos foram adicionados por se enquadrarem no estudo. Não houve artigos duplicados entre as bases de dados selecionadas.

Após a avaliação os artigos selecionados eram incluídos nos resultados para extração das informações, como mostrados na figura 1.

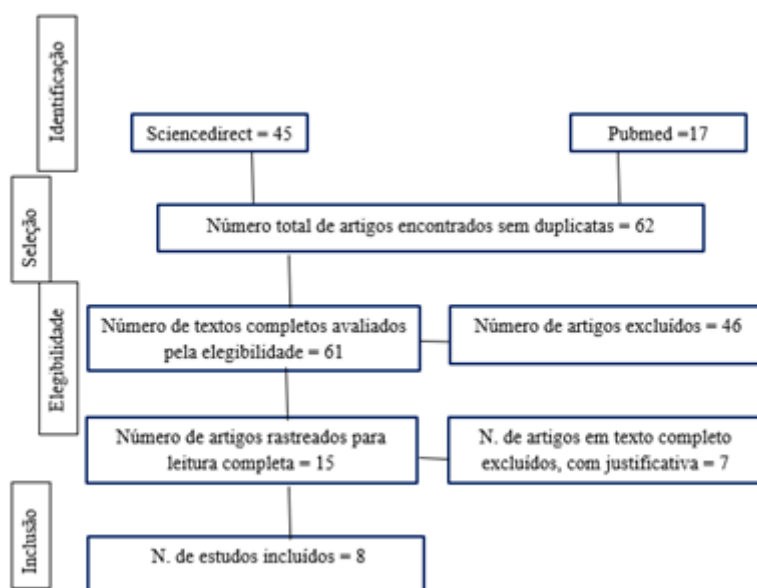


Figura 1 - Fluxograma da inclusão de artigos para revisão

Para melhor compreensão dos resultados apresentados acerca do tema em questão construiu-se um quadro da literatura (Quadro 1), onde são apresentados os autores, local/tipo de estudo, objetivos, instrumento para coleta de dados e grupo amostral, e no qual os autores demonstram uma associação de forma direta ao fenômeno estudado.

Quadro 1 – Apresentação dos estudos selecionados (ver PDF anexo)

Diante de um contexto da revisão literária elaborou-se os resultados e discussões, com base para obter as seguintes respostas: como foi a utilização da RV e sua associação aos tratamentos, qual foi o impacto percebido pelos pacientes com o uso da RV e quais dados foram obtidos para que se efetivasse um resultado significativo no tema em questão.

Young-Bin Oh *et al.* [12] em um estudo controlado randomizado com 31 pacientes na fase crônica AVE, que haviam sido submetidos anteriormente a reabilitação hospitalar. Esse estudo empregou um manipulador tridimensional para a RV combinada com treinamentos com instrumentos reais (Joystima) um manipulador tridimensional que consiste em um monitor, computador convencional e vários instrumentos com 3 graus de liberdade, que pacientes com AVE podem controlar facilmente com as extremidades superiores

Segundo Joon-Ho Shin *et al.* [10] em seu estudo com pacientes com disfunção hemiparética crônica do membro superior, secundário a um primeiro derrame. O grupo controle recebeu tratamento convencional para um total de 1 h de OT. O grupo RV + TO recebeu 30 min de OT convencional, mais 30 min de reabilitação baseada em jogos com o sistema RehabMaster™ (D-Gate, Coréia) realizada usando 10 min de “treinamento de reabilitação” e 20 min de “jogos de reabilitação” selecionados pelo terapeuta para incentivar movimentos ativos do braço e tronco e promover uma reabilitação bem-sucedida.

Em um estudo controlado de Ikbali Afsar *et al.* [14], todos os pacientes receberam 60 minutos de terapia convencional para a extremidade superior, 5 vezes por semana, durante 4 semanas. O grupo de realidade virtual utilizou o kinect do Xbox 360 para reabilitar pacientes hemiplégicos vendo a níveis motores funcionais dos membros superiores. Outro estudo piloto aplicou-se um protocolo de tratamento com RV aos extensores de punho e dedos [1]. Um dispositivo de reabilitação vestível baseado em RV foi usado combinado com FES e treinamento baseado em atividades virtuais para o grupo de intervenção. O grupo controle recebeu apenas FES cíclico. Ambos os grupos completaram 20 sessões em um período de 4 semanas.

Em um ensaio multicêntrico randomizado com pacientes de primeiro golpe ou sem comprometimento motor duradouro receberam as intervenções adicionais por até 30 dias após a inclusão. O treinamento consistia em RV e a terapia convencional como uma adição à reabilitação padrão. Os pacientes

randomizados para o grupo experimental participaram em treinamento em VR com o sistema YouGrabber (YouRehab Ltd, Schlieren, Suíça) que consiste em luvas de dados com sensores, câmera infravermelha e software em combinação com um computador e uma tela que proporcionam movimentos do braço inteiro, treinamento unimanual ou bimanual e movimentos virtualmente aprimorados, ou seja, movimentos que pode ser visualmente aumentado na tela [5].

Um estudo piloto randomizado controlado [11] incluiu pacientes com AVE crônico (6–36 meses antes do estudo) que foram submetidos uma intervenção de autotreinamento de 5 semanas. Foram divididos em 2 grupos, ambos os programas de autotreinamento foram realizados de forma independente pelos participantes. Os participantes considerados seguros foram incentivados a ficar de pé e usar o Microsoft Xbox Kinect. O EyeToy foi usado enquanto os participantes estavam sentados, o autotreinamento diário consistia em jogar os videogames com o braço mais fraco, onde movimentos proximais ao invés de distais são necessários. No grupo controle, os pacientes foram instruídos a realizar os exercícios e atividades do Braço Repetitivo Classificado Programa Complementar (GRASP).

Os efeitos da terapia convencional e realidade virtual são comparados no estudo de Schuster-Amft *et al.* [13]. No grupo experimental foram incluídos pacientes com 6 meses após início do AVE. A intervenção consistiu em quatro sessões de treinamento de 45 minutos por semana, durante um período de quatro semanas, para pacientes de ambos os grupos. O grupo RV foi submetido a um treinamento baseado em realidade virtual com YouGrabber para todas as 16 sessões e o grupo controle foi submetido a fisioterapia convencional. O sistema de realidade RV usado foi o do Nintendo Wii, Xbox e Playstation de maneira que o indivíduo visse reprodução dos movimentos de forma "espelhada"[13].

De acordo com o estudo de Oh *et al.* [12], onde ambos os grupos foram treinados 30 minutos por dia, 3 dias por semana, durante 6 semanas, com o grupo experimental realizando o treinamento real combinado com instrumentos de RV e o grupo controle realizando terapia ocupacional convencional. Os resultados encontrados em ambos os grupos de acordo com as pontuações na Escala de avaliação de Meyer, escala da extremidade superior (FMA-UE), foram significativamente melhoradas no pós-treinamento e acompanhamento das

avaliações. No entanto não foram observadas diferenças na função física entre os dois grupos quando avaliados pela mesma ferramenta (escala Fugl-Meyer Assessment) [10]. Curiosamente, o grupo experimental mostrou melhorias significativas no Box e Block Test (PZ.010) escores de potência no período pós-treinamento, quando comparados para o período de pré-treinamento [12].

Para Ikbali Afsar *et al.* [14] o Box teste verificou uma melhora significativa no início do tratamento para o grupo experimental. Até a oitava sessão ambos os grupos obtiveram resultados positivos, com a melhora dos dois, entretanto o grupo controle ainda se sobressai em relação ao grupo anterior. Os grupos controle e experimental continuaram crescentes em suas pontuações até as 16^o sessão. Ao final dos 2 meses de tratamento o gráfico do grupo experimental sofreu uma queda, este fato ocorreu devido a linha de aprendizado ter se sustentado durante os testes de ambos os grupos.

A percepção do paciente é relatada por Brunner *et al.* [5] e Joon-Ho Shin *et al.* [10] em seus estudos. Embora a função do membro não tenha apresentado resultados significantes quando comparados aos dados da avaliação inicial, ambos mostraram melhora segundo a percepção dos pacientes. Este é um resultado interessante, pois a percepção e satisfação do paciente são de grande importância no tratamento, também levanta uma questão sobre a utilização da RV, pois esta aumenta a percepção de progresso no paciente. Em Brunner *et al.* [5], a principal medida de resultado foi o ARAT, embora compreenda elementos que consideram a qualidade do movimento, avalia a função motora do UE em um nível de atividade. Pacientes com paresia leve a moderada de punho e mão melhoraram 25% com a RV e 13 pontos na terapia convencional desde o início até o acompanhamento. Pacientes com paresia distal grave melhorou 40% em RV e 40% na TC no seguimento. No entanto, não houve diferença significativa de acordo com o tipo de tratamento após a intervenção e no acompanhamento.

O estudo de Rand *et al.* [11] tinha como objetivo verificar a eficácia de treinamento com jogos comerciais no tratamento de AVE na fase crônica. O desfecho primário foi a capacidade funcional de membro superior avaliado pelo *Action Research Arm Test* (ARAT), com intervalo total de pontuações de 0 (uma mão não funcional) a 57 pontos (uma função totalmente funcional à mão). Foram encontrados melhoria significativa para ambos os grupos, e foi demonstrada

para a quantidade de uso diário da extremidade superior mais fraca entre pré acompanhamento e reavaliação.

Na avaliação de Ikbali Afsar *et al.* [14] se utiliza da FMA, BBT para determinar os pontos de melhora. Os resultados mostram que a terapia por realidade virtual é mais atrativa que a terapia convencional, entretanto a sua relevância a estatística mostra que o tratamento convencional continua a ser mais efetivo, mesmo a realidade virtual tendo destaque entre os métodos utilizados pois também apresenta resultados positivo e que fizeram diferença principalmente em qualidade de vida nos pacientes do grupo experimental.

A terapia convencional com instrumentos reais é essencial para a reabilitação pós-AVC, mas limitações ambientais, individuais e financeiras estão associadas a ela. Foi demonstrado que os estudos anteriores relataram que uma quantidade considerável de prática usando instrumentos reais é necessária para estimular a melhora funcional e alterações neuroplásticas [12]. A adição do treinamento RV não foi superior à TC na fase subaguda após acidente vascular cerebral em pacientes com punho e mão leves a moderados e graves imparidades. A realidade virtual pode constituir um treinamento motivador alternativo como complemento à reabilitação padrão [5].

O pequeno número de participantes pode ter ocultado mudanças potencialmente significativas em outras variáveis em Joon-Ho Shin *et al.* [10], como um estudo semelhante relatou que 96 indivíduos são necessários para cada grupo para detectar diferenças significativas nas FMA dos membros superiores. Por fim, ressalta a necessidade de um estudo maior para comparar e avaliar a reabilitação baseada em jogos e TO convencional. Young-Bin Oh *et al.* [12] revelou que a RV combinada com real o treinamento por instrumentos teve efeitos relativamente melhores na recuperação de disfunção da extremidade superior do que a atividade de terapia ocupacional convencional. Além disso, os efeitos da RV combinados com instrumentos reais o treinamento foi mais poderoso no período pós-treinamento e foram mantidos por meio da avaliação de acompanhamento.

Apenas melhorias funcionais limitadas e insatisfatórias foram alcançadas após um acidente vascular encefálico, como mostra o estudo de Joon-Ho Shin *et al.* [10], não foi observada nenhuma alteração significativa na função da extremidade superior entre os dois grupos. Além disso, embora não tenha

melhorado a função do membro superior, este estudo mostra melhoras significativas na qualidade de vida relacionada à saúde através da reabilitação RV baseada em jogos e a TO quando comparado a uma quantidade equivalente de AT convencional.

Conclusão

A presente revisão sistemática da literatura, teve como objetivo geral sistematizar e alocar as informações sobre a utilização da RV e sua utilidade no complemento de estratégias fisioterapêuticas voltadas à recuperação do membro superior parético no paciente pós-AVE. Partindo da premissa inicial, este estudo apresentou êxito em reunir informações sobre as diferentes tecnologias como potencial elemento de implementação de novos tratamentos com RV voltados às sequelas deixadas pelo acidente vascular encefálico.

Os dados colhidos nos estudos vistos, sugerem que este novo modelo de tecnologia, embora não tenha mostrado resultados estatísticos significantes para a melhora funcional do membro afetado, se mostra eficaz quanto à percepção de melhora e bem-estar geral do paciente. As dúvidas sobre a eficácia da realidade virtual aliada à fisioterapia não foram elucidadas completamente, torna-se necessário um estudo mais aprofundado sobre o tema em questão, buscando alternativas de imersão associadas ao tratamento das sequelas deixadas pelo acidente vascular encefálico.

Referências

1. Lee SH, Lee JY, Kim MY, Jeon YJ, Kim S, Shin JH. Virtual reality rehabilitation with functional electrical stimulation improves upper extremity function in patients with chronic stroke: a pilot randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 2018. doi: 10.1016/j.apmr.2018.01.030
2. Pedreira LC, Lopes RLM. Cuidados domiciliares ao idoso que sofreu acidente vascular encefálico. *Rev Bras Enferm* [Internet] 2010;63(25):837-40. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/reben/v63n5/23.pdf>
3. Brasil. Ministério da Saúde. Banco de Dados do Sistema Único de Saúde – DATASUS [Internet]. 2012 [cited 2015 Apr 14]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niuf.def>

4. Rodrigues MS, Santana LF, Galvão IM. Fatores de risco modificáveis e não modificáveis do AVC isquêmico: uma abordagem descritiva. *Rev Med (São Paulo)* 2017;96(3):187-92. doi: 10.11606/issn.1679-9836.v96i3p187-192
5. Brunner, I, Skouen JS, Hofstad H, Aßmus J, Becker F, Sanders AM, et al. A multicenter RCT. *Neurology* 2017;89:2413-21. doi: 10.1212/WNL.0000000000004744
6. Huber M, Rabin B, Docan C, Burdea G, Nwosu ME, Abdelbacy M, et al. Play-Station 3-Based tele-rehabilitation for children with hemiplegia. *Proceedings of Virtual Rehabilitation* 2008;25-27:105-12.
7. Saposnik G, Bayley M, Cheung D, Willems J, Mamdani M, Cohen L, et al. Virtual reality technology in stroke rehabilitation: A pilot randomized trial using Wii gaming system. *J Neurol Sci* 2009;285(S1):S76. doi: 10.1161/STROKEAHA.110.584979
8. Forsberg A, Nilsagard Y, Boström K. Perceptions of using videogames in rehabilitation: a dual perspective of people with multiple sclerosis and physiotherapists. *Disabil Rehabil* 2015;37(4):338-44. doi: 10.3109/09638288.2014.918196
9. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. Traduzido por: Taís Freire Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol Serv Saúde* 2015;24(2). doi: 10.5123/S1679-49742015000200017
10. Joon-Ho Shin, Park SB, Jang SH. Effects of game-based virtual reality on health-related quality of life in chronic stroke patients: A randomized, controlled study. *Comput Biol Med* 2015;63:92-98. doi: 10.1016/j.combiomed.2015.03.011
11. Rand D, Weingarden H, Weiss R, Yacoby A, Reif S, Malka R, Shiller DA, Zeilig G. Self-training to improve UE function at the chronic stage post-stroke: a pilot randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 2017;39(15):1541-48. doi: 10.1080/09638288.2016.1239766
12. Young-Bin Oh, Kim GW, Han KS, Won YH, Park SH, Seo JH, Ko MH. Efficacy of virtual reality combined with real instrument training for patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2019;100(8):1400-08. doi: 10.1016/j.apmr.2019.03.013
13. Schuster-Amft C, Eng K, Suica Z, Thaler I, Signer S, Lehmann I, et al. Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLoS ONE* 2018;13(10):e0204455. doi: 10.1371/journal.pone.0204455
14. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Yemisci U, Saracgil SNC. Virtual reality in upper extremity rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2018;27(12):3473-78 doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.007