

Move Bit: um Jogo Sério que melhora a função motora do membro superior de hemiparéticos por AVC

Move Bit: a Serious Game that improves upper limb motor function of hemiparetic stroke patients

Move Bit: un Juego Serio que mejora la función motora de las extremidades superiores en pacientes hemiparéticos con accidente cerebrovascular

Ana Júlia Machado Alves¹, Maila Venturini Souza², Fabrício Noveletto³, Antonio Vinicius Soares⁴, Fernando Luís Fischer Eichinger⁵

1.Graduanda em Fisioterapia na Faculdade Guilherme Guimbala. Joinville-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8929-9859>

2.Graduanda em Fisioterapia na Faculdade Guilherme Guimbala. Joinville-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0241-4330>

3.Bacharel em Engenharia Elétrica, Mestre em Engenharia Elétrica. Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Joinville-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0310-4262>

4.Bacharel em Fisioterapia, Doutor em Ciências do Movimento Humano. Professor da Universidade de Região de Joinville (UNIVILLE) e da Faculdade IELUSC. Joinville-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6090-1423>

5.Bacharel em Fisioterapia, Mestre em Ciências do Movimento Humano. Professor da Faculdade Guilherme Guimbala e da Universidade da Região de Joinville. Joinville-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4385-4853>

Resumo

Introdução. Os déficits motores são as principais consequências do Acidente Vascular Cerebral (AVC) e resultam em limitações da capacidade funcional para a realização das atividades de vida diárias, especialmente quando o membro superior é afetado. Assim, torna-se necessário um tratamento eficaz para restabelecer a função do membro superior desses pacientes. **Objetivo.** Avaliar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios baseado na utilização de um Jogo Sério (JS) desenvolvido para reabilitação do membro superior de hemiparéticos por AVC. **Método.** Trata-se de um estudo quase-experimental do tipo séries de tempo, envolvendo seis pacientes hemiparéticos crônicos. A intervenção durou 10 semanas, com sessões realizadas duas vezes por semana. Foram avaliados: espasticidade (Escala de Ashworth Modificada), função motora do membro superior (Escala de Avaliação de Fugl-Meyer-EFM e *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire*-DASH), força muscular (dinamometria), destreza manual (Teste de Caixa e Blocos) e qualidade de vida (QV) (Perfil de Saúde de Nottingham-PSN). **Resultados.** Foram constatadas melhoras em diferentes variáveis, com destaque para a função motora do membro superior e para a percepção de QV, que tiveram grande tamanho de efeito (EFM: 0,6; DASH: 0,5; PSN: 0,6). **Conclusão.** O JS *Move Bit* foi capaz de promover efetivamente a recuperação motora do membro superior, além de melhorar a QV de pacientes hemiparéticos crônicos. Esse tipo de recurso pode tornar o processo de reabilitação mais atrativo, assim, recomenda-se a utilização de forma adicional à fisioterapia convencional.

Unitermos. Hemiparesia; Extremidade superior; Reabilitação; Jogos de vídeo; Acidente vascular cerebral

Abstract

Introduction. Motor deficits are the main consequences of stroke and result in limitations in functional capacity to perform activities of daily living, especially when the upper limb is affected. Therefore, an effective treatment to re-establish the upper limb function of these patients becomes necessary. **Objective.** To evaluate the therapeutic effects of an exercise program based on the use of a Serious Game (SG) developed for upper limb rehabilitation of

hemiparetic stroke patients. **Method.** This is a quasi-experimental study of the time series type, involving six chronic hemiparetic patients. The intervention lasted 10 weeks, with sessions held twice a week. The following were evaluated: spasticity (Modified Ashworth Scale), upper limb motor function (Fugl-Meyer Assessment Scale-FMAS and Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire-DASH), muscle strength (dynamometry), manual dexterity (Box and Blocks Test) and quality of life (QL) (Nottingham Health Profile-NHP). **Results.** Improvements were found in different variables, most notably upper limb motor function and perceived QL, which had large effect sizes (FMAS: 0.6; DASH: 0.5; NHP: 0.6). **Conclusion.** The *SG Move Bit* was able to effectively promote motor recovery of the upper limb, besides improving the QL of chronic hemiparetic patients. This type of resource can make the rehabilitation process more attractive, therefore, it is recommended to use it in addition to conventional physical therapy.

Keywords. Hemiparesis; Upper Extremity; Rehabilitation; Video games; Stroke

Resumen

Introducción. Los déficits motores son las principales consecuencias del Accidente Cerebrovascular (ACV) y resultan en limitaciones de la capacidad funcional para la realización de las actividades de la vida diaria, especialmente cuando el miembro superior está afectado. Por lo tanto, se hace necesario un tratamiento eficaz para restaurar la función del miembro superior de estos pacientes. **Objetivo.** Evaluar los efectos terapéuticos de un programa de ejercicios basado en el uso de un *Serious Game* (SG) desarrollado para la rehabilitación de los miembros superiores de los hemiparéticos por accidente cerebrovascular. **Método.** Se trata de un estudio cuasi-experimental de tipo serie temporal, en el que participan 6 pacientes hemiparéticos crónicos. La intervención duró 10 semanas, con sesiones dos veces por semana. Se evaluó la espasticidad (Escala de Ashworth modificada), la función motora de las extremidades superiores (Escala de Evaluación de Fugl-Meyer-EFM y Cuestionario de Discapacidades del Brazo, el Hombro y la Mano-CDBHM), la fuerza muscular (dinamometría), la destreza manual (Prueba de Cajas y Bloques) y la calidad de vida (Perfil de Salud de Nottingham-PSN). **Resultados.** Se encontraron mejoras en diferentes variables, destacando la función motora de las extremidades superiores y la CV percibida, que tuvieron grandes tamaños de efecto (MFS: 0,6; DASH: 0,5; PSN: 0,6). **Conclusión.** El *JS Move Bit* fue capaz de promover eficazmente la recuperación motora de las extremidades superiores, además de mejorar la calidad de vida de los pacientes hemiparéticos crónicos. Este tipo de recurso puede hacer que el proceso de rehabilitación sea más atractivo, por lo que se recomienda su uso de forma adicional a la fisioterapia convencional.

Palabras clave. Hemiparesia; Extremidad Superior; Rehabilitación; Juegos de video; Accidente Cerebrovascular

Trabalho realizado na Associação Catarinense de Ensino, Faculdade Guilherme Guimbala (ACE/FGG). Joinville-SC, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 13/12/2022

Aceito em: 16/02/2023

Endereço para correspondência: Fernando Luís Fischer Eichinger. R. São José 490. Anita Garibaldi. Joinville-SC, Brasil. CEP 89202-010. Telefone: (47) 3026-4000. E-mail: fernando_lfe@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um distúrbio neurológico onde há uma alteração do fluxo sanguíneo ao tecido nervoso¹. Essa doença afeta cerca de 13,7 milhões de pessoas e é responsável por 5,5 milhões de mortes anualmente². Existe uma alta carga socioeconômica relacionada com o AVC, que envolve custos diretos com

internações e processos de reabilitação, além de custos indiretos relacionados com a necessidade de afastamentos ou aposentadorias precoces, devido às sequelas que são permanentes em alguns casos³.

Alterações nas habilidades motoras, sensoriais, perceptivas, cognitivas e na linguagem podem surgir como consequências do AVC⁴. Destaca-se que a hemiparesia é o quadro mais frequente, sendo caracterizada por uma perda parcial da força muscular (FM) no hemicorpo contralateral à lesão encefálica⁵. Esse quadro limita a capacidade funcional, refletindo em dificuldades para realização de atividades de vida diárias (AVD's)⁶, especialmente pelo fato de muitas dessas atividades envolverem os membros superiores⁷.

O membro superior tem um papel fundamental para o ser humano, tanto para atividades unimanuais quanto para atividades bimanuais, sendo que estas últimas estão normalmente relacionadas com tarefas de autocuidado⁸. Visto que em um terço dos pacientes que sofrem AVC, as alterações motoras dos membros superiores persistem seis meses após o evento, é possível compreender as importantes limitações físicas, psicológicas e sociais que estão associadas⁹. Desta forma, é fundamental a elaboração de um plano terapêutico visando o retorno da função destes membros¹⁰.

A fisioterapia possui inúmeros recursos convencionais que podem ser utilizados, como técnicas de posicionamento, cinesioterapia passiva e ativa para mobilização precoce, exercícios resistidos, estimulação sensorial, uso de órteses,

eletroestimulação, terapia do espelho, exercícios terapêuticos cognitivos, entre outros^{6,9}. Embora estas abordagens já tenham demonstrado efeitos terapêuticos positivos, de forma frequente, são consideradas pelos pacientes como tarefas repetitivas, monótonas e entediantes^{4,9,10}. Por este motivo, é necessária a inclusão de novas estratégias que tornem o processo de reabilitação mais prazeroso e agradável aos pacientes.

Os Jogos Sérios (JS) possibilitam a integração das atividades físicas no ambiente virtual dos *video games*, permitem a customização de acordo com as limitações que os pacientes apresentam e requerem uso de movimentos ativos do corpo para controlar as experiências propostas pelo jogo^{11,12}. Podem ser considerados como uma ótima opção, por tornarem os exercícios mais interessantes, possibilitando que os pacientes realizem uma maior quantidade de tarefas propostas, com maior qualidade, atenção e motivação¹¹.

Após o AVC, apenas 50% dos pacientes recuperam a funcionalidade do membro superior mais afetado, dificultando a realização das AVD's e o retorno à sociedade¹¹. Embora alguns estudos apontem que a utilização de JS traz resultados satisfatórios na reabilitação do membro superior pós-AVC, ainda há uma dificuldade para encontrar recursos deste tipo que sejam mais acessíveis à comunidade, combinando eficácia e baixo custo. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando um novo JS desenvolvido

para reabilitação do membro superior de pacientes hemiparéticos por AVC.

MÉTODO

Trata-se de um estudo Quase-Experimental do tipo séries de tempo, envolvendo seis participantes hemiparéticos por AVC, de ambos os sexos. Os critérios de inclusão foram: participantes hemiparéticos por AVC, estáveis clinicamente e na fase crônica da doença, com faixa etária superior a 18 anos. Como critérios de exclusão foram adotados: participantes com hemiparesia decorrente de outras patologias e hemiplégicos, com comprometimento motor bilateral que impeça a caracterização como hemiparético, comprometimento visual e/ou auditivo severo, não cooperativos, com alteração cognitiva indicada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), e que estavam realizando ou que tivessem realizado nos últimos três meses qualquer outro tipo de reabilitação para membros superiores, entre eles a aplicação de toxina botulínica. Após esclarecimentos e orientações, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos do Hospital Dona Helena, Joinville-SC (CAAE: 37354820.6.0000.8062).

Procedimentos

Instrumentos

Os instrumentos utilizados foram escolhidos de acordo com os domínios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), criada pela Organização Mundial de Saúde em 2004.

Domínio Função / Estrutura Corporal (CIF)

O MEEM serve para avaliar o nível cognitivo dos participantes, mais especificamente o conteúdo da consciência. Assim, são avaliadas habilidades como orientação temporal e espacial, memória, atenção, cálculo, linguagem e capacidade construtiva visual. Destaca-se que este instrumento foi utilizado apenas para triagem dos participantes, sendo adotados os pontos de corte relacionados à escolaridade.

A Escala de Ashworth Modificada (EAM) é um instrumento amplamente utilizado, que avalia o grau de hipertonia muscular, também denominado espasticidade¹³. A classificação varia de 0 a 5, onde 0 corresponde ao tônus normal e 5 consiste em um aumento expressivo do tônus muscular que impossibilita o movimento, mantendo o segmento corporal rígido em flexão ou extensão. Foram avaliados os seguintes grupos musculares: adutores do ombro, além dos flexores de cotovelo, punho e dedos.

A Escala de Avaliação de Fugl-Meyer (EFM) foi utilizada para avaliar o nível do comprometimento motor dos participantes no período pré e pós-intervenção. Destaca-se

que no presente estudo utilizou-se apenas a seção destinada à avaliação motora do membro superior, que tem um escore máximo de 66 pontos¹⁴.

O *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire* (DASH) é um instrumento de avaliação específico, que engloba todo o membro superior. Aplicado em forma de entrevista, esse questionário é composto por 30 perguntas relacionadas à função física e sintomas do paciente. O escore final varia de 0 a 100, onde quanto maior a pontuação no questionário, maior o nível de incapacidade e gravidade do paciente¹⁵.

A dinamometria foi realizada para mensuração da FM. Foram utilizados dois equipamentos distintos: um dinamômetro digital da marca Dayhome® (modelo EH 101-37) para aferir a força de preensão palmar (FPP), e um dinamômetro multiarticular portátil da marca Chatillon® (modelo DFS II Series) para avaliar a força dos flexores e abdutores do ombro. A avaliação da FPP seguiu as recomendações da Sociedade Americana de Terapeutas da Mão (SATM). Os participantes foram sempre orientados a realizar o máximo de força possível. Todos os testes foram realizados quatro vezes na avaliação e quatro vezes na reavaliação, sendo sempre utilizada a média como referência.

Domínio Atividades (CIF)

O Teste de Caixa e Blocos (TCB) serviu para avaliar a destreza manual. Para esse teste foi utilizada uma caixa de

madeira com uma divisória mais alta que as bordas da caixa, separando-a em dois compartimentos dimensionais, e 70 blocos de madeira (2,5cm cada). Em um dos compartimentos ficavam dispostos todos os blocos. O paciente foi orientado a transportar a maior quantidade possível de blocos de um lado da caixa para o outro durante 1 minuto, um de cada vez, sendo que não era permitido jogar o bloco, mas apenas depositá-lo no compartimento oposto¹⁶. O TCB foi realizado bilateralmente, quatro vezes nas avaliações e quatro nas reavaliações.

Domínio Participação (CIF)

Para avaliar a percepção de qualidade de vida (QV) dos participantes foi utilizado o Perfil de Saúde de Nottingham (PSN). Esse instrumento trata-se de um questionário composto por 38 itens, divididos em seis domínios: dor, reações emocionais, sono, interação social, mobilidade física e energia¹⁷. Foi aplicado em forma de entrevista e cada pergunta era respondida no formato sim/não. Cada resposta "sim" corresponde a uma pontuação de 1 e cada resposta "não" corresponde a uma pontuação de 0, sendo a pontuação máxima 38 pontos. Quanto maior o escore, pior é a percepção de QV do paciente.

A Escala Likert de Percepção de Melhora (ELPM) trata-se de um instrumento qualitativo que foi utilizado para avaliar a percepção de melhora dos participantes após o período experimental. Essa escala é formada por uma série de afirmações dentre as quais os participantes deveriam

escolher uma resposta. Para o presente estudo, no primeiro dia de reavaliação foi perguntado ao paciente: “Comparando com o seu quadro antes de iniciar o tratamento conosco, como você se sente em relação ao seu estado geral após o tratamento?”. Após, o indivíduo foi orientado a assinalar uma das 7 opções de respostas: 1) Muito melhor; 2) Melhor, significativo; 3) Um pouco melhor, porém não significativo; 4) Nenhuma mudança; 5) Um pouco pior, porém não significativo; 6) Significativamente pior; 7) Muito pior.

Intervenção

Após o recrutamento, os participantes deste estudo passaram pelo período de avaliações. Todos os instrumentos foram utilizados para avaliação, pré- e pós-intervenção. Exceto o MEEM e a ELPM, onde o primeiro foi utilizado somente no pré, e o segundo somente no pós.

Foram realizadas duas avaliações antes de iniciar o programa de reabilitação (pré-intervenção) e duas avaliações ao término do programa (pós-intervenção). Todas as avaliações foram em dias diferentes, com intervalo mínimo de 24 horas, e realizadas pelos mesmos examinadores. Além disso, todos os participantes foram orientados a não alterar suas rotinas durante o experimento.

Após a fase de avaliação, os participantes foram submetidos ao período de tratamento, que consistiu em 10 semanas consecutivas, com frequência de duas sessões semanais, totalizando 20 sessões. Os participantes receberam um programa de reabilitação para o membro

superior parético baseado em exercícios utilizando o JS *Move Bit*, desenvolvido pelos autores, que capta por meio de uma *webcam* os movimentos realizados pelo membro superior que está sendo treinado. Esses movimentos são responsáveis por mover o personagem do jogo, que é o pássaro chamado "Bit" (Figura 1).

Figura 1. Tela principal do JS *Move Bit* com o personagem do jogo.



O objetivo é simples, o paciente deve levar o pássaro até o alvo (maçã), que vai aparecendo de forma aleatória, conforme a programação pré-estabelecida pelo fisioterapeuta. Assim, destaca-se que a tarefa é direcionada para o alcance do membro superior. Para todos os participantes foi estabelecida a mesma programação, criada com base em padrões funcionais de movimento do membro

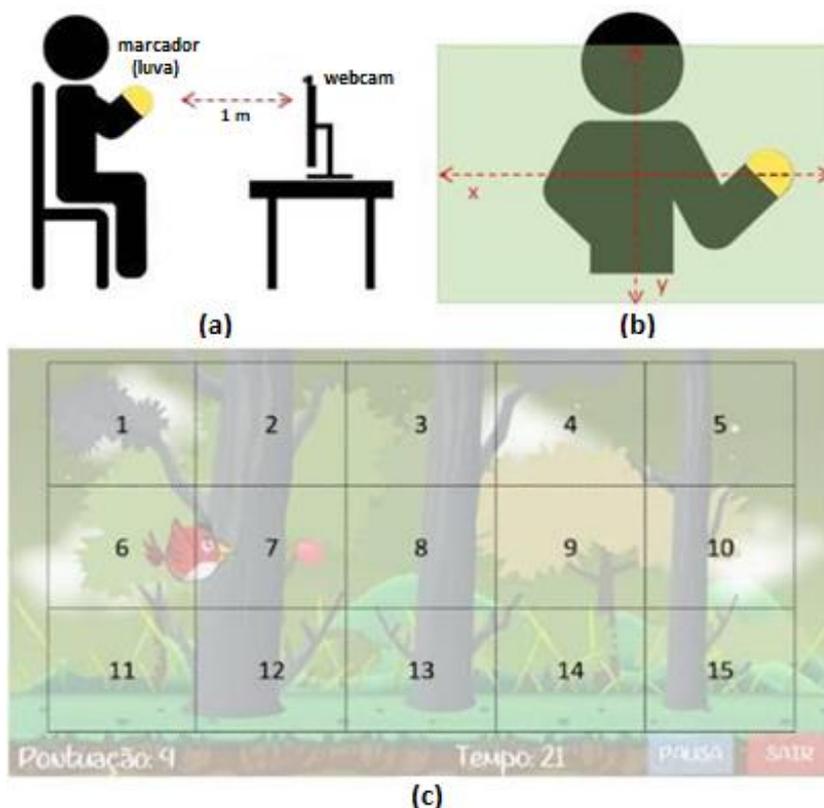
superior. O experimento foi dividido em duas fases: na fase 1 (10 primeiras sessões) foram realizadas 5 séries de exercícios com duração de 2 minutos cada, e configuração do jogo com um tempo de 2 segundos de manutenção na posição em cima do alvo para conseguir pegá-lo; na fase 2 (10 últimas sessões) foram realizadas 5 séries de exercícios com duração de 3 minutos cada, e configuração do jogo com um tempo de 3 segundos de manutenção na posição em cima do alvo para conseguir pegá-lo. Entre as séries era dado um intervalo entre 1 e 2 minutos, de acordo com a fadiga relatada pelo paciente. Antes da aplicação do jogo foram realizados 10 minutos de fisioterapia convencional no membro inferior, que consistia em: mobilizações passivas de quadril, joelho e tornozelo; exercícios ativos para fortalecimento muscular, progredindo conforme as condições de cada paciente, iniciando com exercícios ativos-assistidos, evoluindo para exercícios ativos livres e exercícios resistidos. Em todos os exercícios da fisioterapia convencional foram realizadas em média 10 repetições.

O *JS Move Bit* é um jogo 2D e foi desenvolvido utilizando o *software Unity*, específico para programação de jogos. O algoritmo para detecção do marcador foi desenvolvido em linguagem *Python*, usando a biblioteca de código aberto *OpenCV*, para aplicações em visão computacional. Os aspectos visuais do jogo são simples e focam o paciente na tarefa de pegar uma maçã, a qual está relacionada com o objetivo terapêutico. O protocolo proposto para utilização do JS se inicia com o participante sentado em uma cadeira, com

o membro superior parético em frente ao corpo, a uma distância de 1 metro da câmera (*webcam*), como ilustrado na Figura 2-a. Uma luva de borracha de cor amarela (cor determinada na configuração do jogo para detecção dos movimentos realizados) foi colocada na mão parética do paciente, de forma a ficar totalmente visível à câmera.

Para calibração do jogo foi solicitado ao paciente que movimentasse o membro superior em uso da luva com a maior amplitude de movimento possível em dois eixos distintos: horizontal (x) e longitudinal (y), conforme pode ser observado na Figura 2-b. Na sequência foram configurados os seguintes parâmetros da sessão terapêutica: tempo da sessão, número de sessões e tempo de permanência sobre a maçã para pontuar. As posições em que as maçãs apareceram no cenário foram definidas previamente em um arquivo texto, isso possibilitou ao fisioterapeuta fazer configurações específicas para cada paciente, aqui definido como *setup* terapêutico. As posições onde as maçãs apareceram foram divididas em 15 quadrantes, conforme ilustrado na Figura 2-c. No presente estudo foram mantidas as mesmas configurações para todos os participantes. Apenas uma maçã foi mostrada por vez no cenário, e uma nova maçã apareceu sempre que o paciente conseguiu manter o *Bit* sobre a maçã durante o tempo especificado para pontuar ou não conseguiu manter o *Bit* sobre a maçã durante o tempo especificado para permanência da maçã no cenário.

Figura 2. Setup experimental (a), plano bidimensional de calibração do paciente (b) e quadrantes para posicionamento das maçãs (c).



Análise dos Dados

Os dados foram analisados por meio do *software* SPSS – IBM, versão 20.0. Foi utilizada estatística descritiva (média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil) e distribuição de frequências com valores absolutos e percentuais, Teste de Shapiro-Wilk (verificação da normalidade dos dados), ANOVA *One Way* Relacionada (dados paramétricos coletados de forma repetida – dinamometria e TCB) e Teste de Friedman (dados não paramétricos coletados de forma repetida – EAM, EFM e DASH), Teste *t* de Student Pareado e Teste de Wilcoxon para soma de postos (comparação das variáveis no período pré e pós-intervenção, para dados paramétricos e não

paramétricos, respectivamente). O tamanho de efeito (TDE) foi calculado para complementar a análise dos efeitos clínicos das intervenções sobre cada variável. Para classificação do TDE dos dados paramétricos, foram considerados os seguintes valores: $\geq 0,8$, $0,5$ e $< 0,2$ (grande, moderado e pequeno, respectivamente). Para os dados não paramétricos foram considerados: $\geq 0,5$, $0,2$ e $0,1$ (grande, moderado e pequeno, respectivamente)⁴. Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes.

RESULTADOS

Participaram deste estudo seis pacientes hemiparéticos por AVC (3 do sexo masculino e 3 do sexo feminino), com idade média de $60,2 \pm 7,9$ anos, na fase crônica da doença, com tempo médio desde o AVC de $61,3 \pm 55,0$ meses. Destaca-se que foi constatado um predomínio do AVC tipo isquêmico (83,3%), além de existir uma prevalência do quadro de hemiparesia no dimídio corporal esquerdo. A Tabela 1 apresenta a caracterização sociodemográfica e clínica dos participantes.

Tabela 1. Caracterização sociodemográfica e clínica dos participantes.

Características (n=6)	$\bar{x} \pm s$	f (%)
Sexo		
Feminino	----	3 (50,0)
Masculino	----	3 (50,0)
Idade (anos completos)	60,2 ± 7,9	----
Hemiparesia		
Esquerda	----	4 (66,7)
Direita	----	2 (33,3)
Força Muscular (Pré-Intervenção)		
FPP-P	16,2 ± 9,8	----
FPP-NP	29,7 ± 10,0	----
FFO-P	13,6 ± 5,6	----
FFO-NP	18,9 ± 6,9	----
FABO-P	11,8 ± 4,0	----
FABO-NP	16,0 ± 4,9	----
Tempo de AVC (meses)	61,3 ± 55,0	----
Tipo de AVC		
Isquêmico	----	5 (83,3)
Hemorragico	----	1 (16,7)

n: amostra total; f: frequência absoluta; FPP: força de preensão palmar; FFO: força dos flexores do ombro; FABO: força dos abdutores do ombro; P: parético; NP: não parético.

Na análise de comparação das variáveis pré e pós-intervenção foi possível constatar melhora significativa na escala EFM, assim como na escala DASH e no PSN, onde houve também um grande TDE. Na Tabela 2 são apresentados os resultados das avaliações referentes aos três domínios da CIF (função/estrutura corporal, atividades e participação).

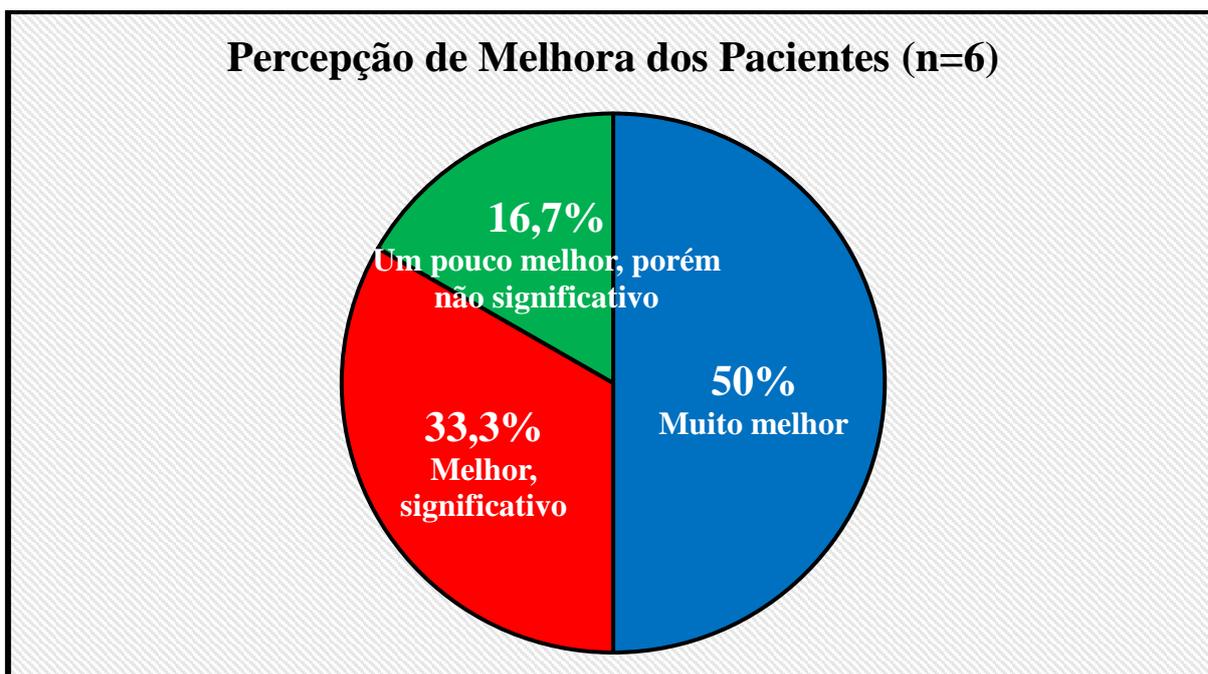
Tabela 2. Resultados referentes às variáveis de todos os domínios da CIF.

Pacientes (n=6)	Pré	Pós	p	TDE
EAM ^{*b}	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,317	0,3
EFM ^{*b}	50,0 (59,5-36,5)	62,5 (64,0-48,5)	0,002	0,6
DASH ^{*b}	48,4 (70,0-4,0)	38,8 (55,0-6,0)	0,116	0,5
FPP-P ^{**a}	16,2 ± 9,8	17,2 ± 8,3	0,009	0,1
FPP-				0,1
NP ^{**a}	29,7 ± 10,0	31,0 ± 10,0	0,072	
FFO-P ^{**a}	13,6 ± 5,6	14,9 ± 5,3	<0,001	0,2
FFO-				0,1
NP ^{**a}	18,9 ± 6,9	19,3 ± 6,1	0,347	
FAO-P ^{**a}	11,8 ± 4,0	14,8 ± 5,8	<0,001	0,7
FAO-				0,2
NP ^{**a}	16,0 ± 4,9	17,3 ± 4,6	0,006	
TCB-				0,4
P ^{**a}	24,6 ± 10,3	28,3 ± 10,8	0,002	
TCB-				0,4
NP ^{**a}	41,2 ± 11,6	45,9 ± 12,6	0,007	
PSN ^{***b}	19,5 (31,0-2,0)	11,5 (23,0-1,0)	0,026	0,6

*: domínio função/estrutura corporal (CIF); **: domínio atividades (CIF); ***: domínio participação (CIF); ^a: dados expressos com média e desvio-padrão; ^b: dados expressos com mediana e intervalo interquartil; p-valor calculado com o teste t pareado (dados paramétricos) e teste de soma de postos de Wilcoxon (dados não paramétricos). TDE: tamanho do efeito; EAM: escala de Ashworth modificada; EFM: escala de avaliação de Fugl-Meyer; FPP: força de preensão palmar; FFO: força de flexores do ombro; FAO: força de abdutores do ombro; DASH: *disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire*; TCB: teste de caixa e blocos; -P: parético; -NP: não parético; n: amostra total.

Com relação à percepção de melhora avaliada com a ELPM, a maioria dos participantes relatou melhora importante, sendo que metade deles (3) deram a resposta “muito melhor”. A Figura 3 apresenta os resultados referentes à percepção de melhora dos pacientes após o período experimental.

Figura 3. Gráfico de pizza com os resultados da Escala Likert de Percepção de Melhora (ELPM).



DISCUSSÃO

No presente estudo, a aplicação do programa de exercícios com o JS resultou em melhoras em diferentes variáveis avaliadas. Merece destaque a melhora com grande TDE na função motora do membro superior avaliada a partir da EFM e do DASH, além da melhora na percepção de QV avaliada com o PSN. Dessa forma, pode-se afirmar que o JS utilizado tem um potencial benéfico na reabilitação de hemiparéticos pós-AVC.

A espasticidade é um sintoma frequente no AVC, que compromete a função e a estrutura corporal, levando a limitações de movimentos que interferem na realização das AVD's e, conseqüentemente, impacta a QV¹³. A avaliação

com a EAM mostrou que, apenas um dos participantes apresentou quadro discreto de espasticidade no membro superior, que diminuiu após o experimento. Assim, a ausência desse sintoma na maioria dos pacientes avaliados, impossibilita uma análise mais precisa dos efeitos terapêuticos do *JS Move Bit* sobre essa variável. Contudo, em um ensaio clínico randomizado (ECR), que envolveu 40 participantes, demonstrou-se que a combinação de realidade virtual (RV) mediada por robôs associada à fisioterapia convencional promove melhoras superiores na espasticidade, quando comparado ao uso isolado da fisioterapia convencional¹⁸. Em contrapartida, em estudo realizado com quatro pacientes hemiparéticos submetidos a um treino de membros superiores com um cicloergômetro adaptado, não houve redução significativa da espasticidade no membro superior¹⁹.

Os déficits motores frequentemente observados em pacientes hemiparéticos pós-AVC são extremamente relevantes para reabilitação, pela relação existente com a independência funcional¹⁰. A EFM trata-se de um instrumento de fácil aplicação e baixo custo, que avalia o comprometimento motor dos pacientes¹⁴. No presente estudo foi possível observar uma melhora significativa com grande TDE ($p=0,002$; TDE: 0,6) nessa variável. Corroborando esse achado, um ECR realizado com 136 pacientes divididos em dois grupos, um que recebeu tratamento baseado em terapia com *feedback* reforçado em ambiente virtual associado a reabilitação convencional, e

outro que recebeu apenas a modalidade convencional²⁰. Após o período experimental, os autores encontraram melhoras significantes no grupo que teve o treinamento associado, quando comparadas ao somente convencional. Em outro ECR¹⁰, com 31 participantes hemiparéticos crônicos pós-AVC, o grupo experimental recebeu tratamento por meio do *exergame Motion Rehab AVE 3D*, que possui como objetivo a melhora da função motora dos membros superiores e do equilíbrio, enquanto o grupo controle foi submetido a reabilitação com fisioterapia convencional baseada nos mesmos movimentos realizados durante o jogo. Como resultado, os pesquisadores constataram melhoras significativas na função motora do membro superior em ambos os grupos, com superioridade no grupo experimental. Na pesquisa, os autores citam ainda que a combinação do *feedback* visual, entretenimento e movimento corporal presente no *exergame* podem aumentar a adesão dos pacientes ao tratamento.

Em uma meta-análise que incluiu 42 estudos e envolveu 1760 pacientes hemiparéticos por AVC constatou-se que a utilização de JS para reabilitação do membro superior é eficaz, resultando em melhoras nos diferentes domínios da CIF²¹. Outra meta-análise que contou com 15 ECR, também citou a recuperação da função motora do membro superior de pacientes pós-AVC, tendo como base a melhora dos resultados da escala EFM após intervenções com RV²². Assim, há evidência de que terapias em ambiente virtual, incluindo o uso de JS, contribuem para a recuperação motora

do membro superior de hemiparéticos por AVC, podendo ser consideradas como ferramentas importantes na reabilitação. O *JS Move Bit* utilizado na presente pesquisa baseia-se em exercícios que exigem do paciente a realização de movimentos com o membro superior parético, buscando alcançar o alvo no jogo. Assim, pelo fato do paciente realizar movimentos amplos, de forma repetida e orientados à tarefa, explicam-se as melhoras motoras satisfatórias observadas na EFM, corroborando os resultados encontrados na literatura.

O DASH é um instrumento elaborado para medir disfunções e sintomas físicos em pacientes com diversas patologias que acometem o membro superior, entre elas o AVC¹⁵. Na análise dessa variável pode-se observar uma melhora dos resultados após a intervenção, que embora não tenha sido significativa, teve grande TDE ($p=0,116$; TDE: 0,5). Em um ECR com 78 pacientes pós-AVC, utilizando para o grupo experimental a combinação de eletroestimulação funcional e terapia orientada à tarefa, enquanto para o grupo controle, foi utilizada apenas a terapia orientada à tarefa²³. Os autores constataram melhora significativa no DASH para ambos os grupos. O experimento citado corrobora o presente estudo, mesmo tendo um delineamento diferente e sendo baseado em uma modalidade terapêutica distinta, ambos tinham como objetivo a melhora da funcionalidade. Existe uma escassez de estudos que utilizam o DASH com pacientes neurológicos, o que dificulta a realização de comparativos. Porém, estão sendo estudadas possibilidades²⁴. A análise das

respostas do questionário neste estudo revela que os pacientes apresentaram menor dificuldade para a realização das AVD's no período pós-experimental, deixando evidente a melhora funcional obtida com o JS.

A perda de FM é uma das alterações mais comuns em pacientes pós-AVC, impactando na realização das AVD's²⁵. Essa variável foi testada por meio da dinamometria, com a utilização de um sistema baseado em células de carga²⁶. Neste estudo, pode-se afirmar que houve um aumento relevante da FM apenas nos abdutores do ombro no lado parético ($p < 0,001$; TDE: 0,7). Os demais resultados nessa variável, embora por vezes indicando mudanças significativas, tiveram um TDE pequeno, mínimo. Outro ECR também indicou melhora significativa da FM do membro superior de pacientes hemiparéticos crônicos pós-AVC com o uso da RV para reabilitação¹⁸. Sabe-se que o objetivo primário do JS *Move Bit* não é a melhora da FM, porém, foi observada, como citado anteriormente, a melhora no grupo dos abdutores do ombro. Uma hipótese para justificar este achado se dá pelos movimentos que eram realizados repetidamente durante a sessão, e que exigiam contrações isotônicas, além de contrações isométricas, que eram necessárias para manter o "Bit" no alvo. Portanto, grande parte dos movimentos exigiam da musculatura abduutora do ombro, sendo plausível a melhora mais evidente e considerável da força desse grupo muscular em específico.

Os déficits na função motora dos membros superiores como perda de FM, destreza, diminuição do alcance ativo,

precisão e coordenação bimanual são comuns e impactam diretamente a independência do paciente após um AVC, tendo em vista que mais da metade das AVDs dependem da função desses membros⁹. Portanto, esse comprometimento representa uma barreira significativa para a reintegração do indivíduo na sociedade²⁵. O TCB é um teste simples, de fácil aplicação e foi utilizado para avaliação da habilidade manual¹⁶. No presente estudo, embora tenham sido identificadas melhoras significativas em ambos os membros superiores, o TDE foi pequeno, mostrando que as alterações observadas não tiveram grande relevância clínica. Uma hipótese para justificar esse resultado é o fato do JS em questão não trabalhar atividades específicas para melhora da destreza manual, por exemplo, preensão, pinça ou oponência. Dessa forma, não eram esperados efeitos importantes nessa variável, pela especificidade da tarefa, que no caso é voltada para o alcance do membro superior.

As alterações psicológicas são comuns em pacientes pós-AVC, com destaque para a depressão como complicação mais frequente. Esse tipo de sintoma é considerado como fator de mau prognóstico na recuperação funcional do indivíduo e está relacionado com pior QV. Portanto, nota-se que a reabilitação deve contemplar esses aspectos para a busca de uma melhora global do paciente, com exercícios proporcionando não apenas melhoras físicas, mas também aquelas que impactam significativamente na saúde mental e na QV²⁷.

Novas intervenções direcionadas ao membro superior, entre elas os JS, buscam melhoras evidenciadas na realização das AVD's, na independência funcional e na QV²¹. Nessa perspectiva, o PSN mensura a percepção de QV dos pacientes¹⁷. A utilização do JS *Move Bit* resultou em uma melhora significativa e com grande TDE sobre essa variável, mostrando que a intervenção com o JS tem um potencial que vai além de proporcionar melhoras motoras. Corroborando esses achados, o estudo realizado com seis pacientes pós-AVC submetidos a 20 sessões de fisioterapia utilizando JS em ambiente virtual, demonstrou melhora da QV após a intervenção¹⁶. Embora com outros JS, voltados para reabilitação do equilíbrio, outros estudos também obtiveram melhoras nessa variável^{28,29}. Uma meta-análise vem ao encontro com o presente estudo e os demais achados na literatura, ao indicar que a RV possui um potencial para melhora da QV de hemiparéticos pós-AVC, visto que a melhora da função motora do membro superior impacta de forma direta nessa variável²².

Além das melhoras estatísticas encontradas no presente estudo, merecem destaque alguns relatos dos pacientes no sentido de melhora da motivação nas sessões e no dia a dia, à medida que evoluem nas pontuações apresentadas pelo jogo e com retorno da capacidade de realização de algumas AVD's. Mecanismos de recompensa, incluindo aqueles que são implícitos aos JS, melhoram a adaptação motora pós-AVC³⁰. Assim, embora a QV seja uma variável subjetiva, influenciada por diversos fatores, esses

relatos possuem relevância na reabilitação e podem ter um valor até maior do que os achados estatísticos.

A ELPM é um instrumento que avaliou qualitativamente a percepção dos pacientes sobre os resultados do período experimental. Sabe-se que ela fornece um dado completamente subjetivo, que pode ser influenciado por vários fatores distintos. Porém, ao aliar esses dados aos relatos dos próprios pacientes é possível realizar uma análise e interpretação mais precisa dos resultados obtidos com a reabilitação. Nesta pesquisa, a maioria dos pacientes classificou seu quadro como “Muito melhor” ou “Melhor, significativo” após o experimento, que são as duas pontuações máximas na escala utilizada. Corroborando esses achados, foi realizada uma pesquisa avaliando os efeitos da reabilitação de hemiparéticos crônicos por meio da RV, concluíram que os pacientes também relataram melhora importante em relação ao período pré-experimental³¹. Percebe-se, portanto, que a ELPM tem a sua importância fundamentada ao considerarmos o indivíduo como parte integrante do seu processo de cura e cuidados, e sua adesão à modalidade terapêutica, sendo algo crucial para a real eficácia da intervenção. Assim, a utilização dos JS dentro do processo de reabilitação de pacientes hemiparéticos pós-AVC possui grande valor, visto que além de melhoras motoras, são capazes de impactar sobre variáveis qualitativas como a QV, que são extremamente relevantes, pois transcendem as melhoras clínicas normalmente observadas.

CONCLUSÕES

A análise dos efeitos terapêuticos obtidos com o JS *Move Bit* neste trabalho indica incrementos significativos em diferentes variáveis, especialmente naquelas relacionadas com a função motora do membro superior e com a qualidade de vida dos pacientes. Assim, o JS utilizado pode ser considerado como um recurso potencialmente benéfico para a reabilitação do membro superior de pacientes hemiparéticos por AVC, possuindo como grande diferencial o fato de ser um recurso de baixo custo e fácil aplicabilidade, sendo mais acessível à comunidade.

As melhoras evidenciadas na função motora possuem grande relevância, pois impactam diretamente na independência funcional, contribuindo para a uma melhora na QV dos pacientes. Nessa perspectiva, é imprescindível a utilização de recursos que favoreçam a obtenção de melhoras que possam ser transferidas para o cotidiano do paciente, contribuindo para uma reinserção deste indivíduo na sociedade.

Portanto, JS são recursos valiosos na reabilitação, que possibilitam a realização de diferentes exercícios com propósitos específicos, além de exigirem maior nível de atenção e contribuírem para uma maior motivação durante o tratamento. Especialmente na fase crônica da doença, onde muitos pacientes já se encontram frustrados, desmotivados e frequentemente sem esperanças de melhora. Esse recurso terapêutico, por se tratar de algo

diferente e mais atrativo, pode despertar novamente no paciente a vontade de seguir em frente, obtendo melhoras.

Sugere-se para pesquisas futuras, a realização de um ECR comparando os efeitos da reabilitação por meio do JS com os obtidos por meio da reabilitação convencional, desenvolvimento de outros JS direcionados para as AVD's dos pacientes, além de um maior número de participantes.

REFERÊNCIAS

- 1.Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and treatment of stroke: present status and future perspectives. *Int J Mol Sci* 2020;21:7609. <https://doi.org/10.3390/ijms21207609>
- 2.Campbell BC, De Silva DA, Macleod MR, Coutts SB, Schwamm LH, Davis SM, Donnan GA. Ischaemic stroke. *Nat Rev Dis Primers* 2019;5:1-22. <http://doi.org/10.1038/s41572-019-0118-8>
- 3.Barral M, Rabier H, Termoz A, Serrier H, Colin C, Haesebaert J, *et al.* Patients' productivity losses and informal care costs related to ischemic stroke: a French population-based study. *Eur J Neurol* 2021;28:548-57. <http://doi.org/10.1111/ene.14585>
- 4.Eichinger FL, Soares AV, Noveletto F, Sagawa Júnior Y, Bertemes Filho P, Domenech SC. Serious game for locomotor rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *Fisioter Mov* 2020;33:e003316. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.AO16>
- 5.O'Brien J, Bracewell RM, Castillo JA. The effects of kinesthetic and visual motor imagery on interjoint coordination in the hemiplegic index finger: an experimental study using the index of temporal coordination. *Cad Bras Ter Ocup* 2021;29:1-21. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO2170>
- 6.Gonzalez-Santos J, Soto-Camara R, Rodriguez-Fernández P, Jimenez-Barrios M, Gonzalez-Bernal J, Collazo-Riobo C, *et al.* Effects of home-based mirror therapy and cognitive therapeutic exercise on the improvement of the upper extremity functions in patients with severe hemiparesis after a stroke: A protocol for a pilot randomised clinical trial. *BMJ open* 2020;10:e035768. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-035768>
- 7.Ribeiro MTC, Pfeifer LI. Intervention bimanual stimulates the abilities in infants with asymmetry. *Fisioter Mov* 2021;34. <https://doi.org/10.1590/fm.2021.34301>.
- 8.Schwarz A, Kanzler CM, Lambercy O, Luft AR, Veerbeek JM. Systematic review on kinematic assessments of upper limb movements after stroke. *Stroke* 2019;50:718-27. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.023531>

- 9.Chen Y, Abel KT, Janecek JT, Chen Y, Zheng K, Cramer SC. Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. *Int J Med Inform* 2019;123:11-22. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.12.001>
- 10.Henrique PP, Colussi EL, De Marchi AC. Effects of exergame on patients' balance and upper limb motor function after stroke: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2019;28:2351-7. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.05.031>
- 11.Zhang B, Li D, Liu Y, Wang J, Xiao Q. Virtual reality for limb motor function, balance, gait, cognition and daily function of stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 2021;77:3255-73. <https://doi.org/10.1111/jan.14800>
- 12.Perrochon A, Borel B, Istrate D, Compagnat M, Daviet JC. Exercise-based games interventions at home in individuals with a neurological disease: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* 2019;62:366-78. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.04.004>
- 13.Meseguer-Henarejos AB, Sanchez-Meca J, Lopez-Pina JA, Carles-Hernandez R. Inter and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;54:576-90. <http://dx.doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04796-7>
- 14.Rech KD, Salazar AP, Marchese RR, Schifino G, Cimolin V, Pagnussat AS. Fugl-Meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29:104-463. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104463>
- 15.Wang I, Kapellusch J, Rahman MH, Lehman L, Liu CJ, Chang PF. Psychometric evaluation of the disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) in patients with orthopedic shoulder impairments seeking outpatient rehabilitation. *J Hand Ther* 2021;34:404-14. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.01.002>
- 16.Soares AV, Woellner SS, Andrade CDS, Mesadri TJ, Bruckheimer AD, Hounsell MDS. The use of Virtual Reality for upper limb rehabilitation of hemiparetic Stroke patients. *Fisioter Mov* 2014;27:309-17. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.027.003.A001>
- 17.Fernando M, Nilsson-Wikmar L, Olsson CB. Fear-avoidance beliefs: A predictor for postpartum lumbopelvic pain. *Physiother Res Int* 2020;25:e1861. <https://doi.org/10.1002/pri.1861>
- 18.Abd El-Kafy EM, Alshehri MA, El-Fiky AAR, Guermazi MA, Mahmoud HM. The effect of robot-mediated virtual reality gaming on upper limb spasticity poststroke: a randomized-controlled trial. *Games Health J* 2022;11:93-103. <https://doi.org/10.1089/g4h.2021.0197>
- 19.Soares AV, Korn R, Pertile T, De Domenico B, Eichinger FLF, Noveletto F. Cicloergometria adaptada para membros superiores de pacientes hemiparéticos por acidente vascular: Uma série de casos. *Rev Neurocienc* 2020;28:1-12. <http://doi.org/10.34024/rnc.2020.v28.10826>
- 20.Kiper P, Szczudlik A, Agostini M, Opara J, Nowobilski R, Ventura L, et al. Virtual reality for upper limb rehabilitation in subacute and

- chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2018;99:834-42. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.023>
21. Doumas I, Everard G, Dehem S, Lejeune T. Serious games for upper limb rehabilitation after stroke: a meta-analysis. *J Neuroeng Rehab* 2021;18:1-16. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00889-1>
22. Domínguez-Téllez P, Moral-Muñoz JA, Salazar A, Casado-Fernández E, Lucena-Antón D. Game-based virtual reality interventions to improve upper limb motor function and quality of life after stroke: Systematic review and meta-analysis. *Games Health J* 2020;9:1-10. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0043>
23. Jonsdottir J, Thorsen R, Aprile I, Galeri S, Spannocchi G, Beghi E, et al. Arm rehabilitation in post stroke subjects: A randomized controlled trial on the efficacy of myoelectrically driven FES applied in a task-oriented approach. *PLoS One* 2017;12:e0188642. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0188642>
24. Dalton E, Lannin NA, Laver K, Ross L, Ashford S, McCluskey A, et al. Validity, reliability and ease of use of the disabilities of arm, shoulder and hand questionnaire in adults following stroke. *Disabil Rehabil* 2017;39:2504-11. <http://doi.org/10.1080/09638288.2016.1229364>
25. da Rosa Pinheiro DR, Cabeleira MEP, da Campo LA, Gattino LAF, de Souza KS, dos Santos Burg L, et al. Upper limbs cycle ergometer increases muscle strength, trunk control and independence of acute stroke subjects: a randomized clinical trial. *NeuroRehabilitation* 2021;48:533-42. <https://doi.org/10.3233/NRE-210022>
26. Jayaseelan DJ, Cole KR, Courtney CA. Hand-held dynamometer to measure pressure pain thresholds: a double-blinded reliability and validity study. *Musculoskelet Sci Pract* 2021;51:102-268. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102268>
27. Pérez-de la Cruz S. Influence of an aquatic therapy program on perceived pain, stress, and quality of life in chronic stroke patients: a randomized trial. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:47-96. <http://doi.org/10.3390/ijerph17134796>
28. Korn R, dos Santos DF, Soares AV, Noveletto F, Eichinger FLF. Jogo SériO para reabilitação do equilíbrio de hemiparéticos por acidente vascular cerebral. *Rev Neurocienc* 2021;29:1-21. <https://doi.org/10.34024/rnc.2021.v29.11333>
29. Noveletto F, Soares AV, Mello BA, Sevegnani CN, Eichinger FLF, Hounsell MDS, et al. Biomedical serious game system for balance rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2018;26:2179-88. <http://doi.org/10.1109/TNSRE.2018.2876670>
30. Damasceno SO, de Araujo Biazini PL, Silva IM, Gonzaga CN, Frasson IB, Moliterno AH, et al. Impacto da realidade virtual na funcionalidade e percepção de melhora de indivíduos com hemiparesia crônica: um estudo piloto. *Fisioter Bras* 2021;22:859-70. <http://doi.org/10.33233/fb.v22i6.4909>
31. Quattrocchi G, Greenwood R, Rothwell JC, Galea JM, Bestmann S. Reward and punishment enhance motor adaptation in stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2017;88:730-6. <http://doi.org/10.1136/jnnp-2016-314728>