

Pode a Realidade virtual influenciar na função motora dos membros superiores em indivíduos pós Acidente Vascular Cerebral e beneficiar a adesão e engajamento no tratamento?

Can virtual reality influence upper limb motor function in post-stroke individuals and benefit adherence and engagement in treatment?

Realidade virtual na reabilitação Pós-AVC

Keyte Guedes Da Silva¹, Beatriz Siebra Veloso² (RA: N78557-8), Letícia Gabriela Santana Cione² (RA: N87417-1)

Beatriz Siebra Veloso

Rua Tiradentes, 1837, Santa Terezinha – São Bernardo do Campo - São Paulo

(11) 966113320

besiebra@hotmail.com

1- Pós doutoranda em Ciências da Reabilitação pela Universidade de São Paulo; Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP); Docente da Universidade Paulista (UNIP);

2- Graduandas do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP)

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Universidade Paulista

Curso de Fisioterapia – Campus Anchieta

2025

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA
INTERDISCIPLINAR

NOME	RA	REGIME*	CAMPUS
Leticia Gabriela Santana Cione	N874171	Regular	Anchieta
Beatriz Siebra Veloso	N785578	Regular	Anchieta

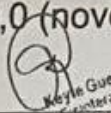
*Regular ou Tutelado

Orientador: Keyte Guedes Da Silva

Título do trabalho: Pode a Realidade virtual influenciar na função motora dos membros superiores em indivíduos pós Acidente Vascular Cerebral e beneficiar a adesão e engajamento no tratamento?

Tipo de trabalho: (X) REVISÃO () PESQUISA DE CAMPO

Tipo de apresentação: (X) BANNER () TEMA LIVRE

	Nota Orientador	Nota Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
Banner	9,0 (nove)  Keyte Guedes S. Fisioterapeuta CREFITO 3443745 - F	10	9,0	9,3

	Nota Orientador	Média Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
Tema Livre				

RESUMO

O Acidente Vascular Cerebral, ou AVC, é uma das principais condições neurológicas que causam sequelas motoras nos membros superiores, que por sua vez afetam a funcionalidade refletindo negativamente na qualidade de vida. O tratamento deve visar restaurar a capacidade funcional desses indivíduos nas atividades básicas e instrumentais de vida diária. Tratamentos baseados na realidade virtual mostraram-se eficazes na recuperação da marcha em indivíduos pós-AVC, porém há lacunas em relação a melhora das atividades manuais com o uso dessa modalidade. Assim, este trabalho teve como objetivo examinar estudos na área de reabilitação motora de membros superiores em pacientes pós-AVC utilizando a realidade virtual. Este trabalho foi realizado por meio de uma revisão literária por meio das bases de dados SciELO, PEDro e PubMed, com os descritores revisados pelo DeCS em inglês: “Virtual reality”, “vídeo game”, “exergames”, “exergaming”, “upper limb”, “stroke”; e em português: “realidade virtual”, “membro superior”, “acidente vascular cerebral”, “vídeo game”, “exergames”; considerando estudos publicados nos últimos dez anos. A estratégia de busca nas bases de dados identificou um total de 557 artigos e um total de 17 artigos foram enquadrados. Como conclusão, foi observado que a realidade virtual pode ser empregada como modalidade terapêutica na recuperação de pacientes que sofrem com sequelas motoras nos membros superiores após o AVC devido as melhoras consistentes principalmente em quesitos de adesão e engajamento, mas também a melhora em algumas escalas de avaliação funcional, como a FMA-MS.

Descritores: Acidente Vascular Cerebral, Reabilitação, Membros Superiores, Realidade Virtual, Função Motora.

ABSTRACT

Stroke, or cerebrovascular accident (CVA), is one of the main neurological conditions that cause motor sequelae in the upper limbs, which in turn impair functionality and negatively impact quality of life. Treatment should aim to restore the functional capacity of these individuals in basic and instrumental activities of daily living. Treatments based on virtual reality have proven effective in gait recovery in post-stroke individuals, but there are gaps regarding the improvement of manual activities with the use of this modality. Thus, this work aimed to examine studies in the area of upper limb motor rehabilitation in post-stroke patients using virtual reality. This work was carried out through a literature review using the PubMed, SciELO, and PEDro databases, with the descriptors reviewed by DeCS in English: Virtual reality, video game, exergames, exergaming, upper limb, stroke; and in Portuguese and in English: “Virtual reality”, “vídeo game”, “exergames”, “exergaming”, “upper limb”, “stroke”; considering studies published in the last ten years. The database search strategy identified a total of 557 articles, of which 17 were eligible. In conclusion, it was observed that virtual reality can be used as a therapeutic modality in the recovery of patients suffering from motor sequelae in the upper limbs after stroke, due to consistent improvements, mainly in terms of adherence and engagement, but also improvements in some functional assessment scales, such as the FMA-MS..

Descriptors: Stroke, Cerebralvascular Accident, Rehabilitation, Upper Extremity, Virtual Reality, Motor Function.

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das doenças com maiores causas incapacitantes físicas no mundo, como resultado da hemiparesia, e dos comprometimentos funcionais do membro superior, que limita expressivamente a capacidade de execução das atividades de vida diária (AVD's)¹. A recuperação motora no pós-AVC é dependente de processos complexos de reorganização cortical e neuroplasticidade, nesse caso intervenções intensivas, que geram motivação e que tem um feedback em tempo real, contribuem para esses mecanismos adaptativos ^{2,3}.

Nos últimos anos a Realidade Virtual (RV) vem se reforçando como uma modalidade terapêutica na reabilitação de indivíduos que tiveram sequelas de AVC, principalmente com sequelas motoras de MS. Esse tipo de tecnologia possibilita a imersão do paciente em um ambiente interativo e tridimensional, o que estimula a execução de tarefas funcionais e melhora a imersão e engajamento dos pacientes na terapia ¹.

Estudos clínicos têm mostrado resultados positivos usando a RV como auxílio da terapia convencional¹, no qual observou efeitos similares entre a reabilitação convencional e a terapia com uso de RV. Adicionalmente, os estudos destacam a segurança e viabilidade da utilização dessa tecnologia durante as terapias. Adicionalmente relatam melhoras relevantes no equilíbrio e na melhora da função motora de MMSS em pacientes subagudos que foram submetidos a um treino em formato de jogo (canoagem virtual), reforçando a importância do engajamento e permanência dos participantes no processo terapêutico. ⁴

O avanço da tecnologia nos mostrou que novas abordagens têm incluído à RV a diversos métodos terapêuticos. A terapia convencional ligada a terapia com utilização da RV resultou em melhorias tanto funcionais quanto estruturais, que foram observadas em estudos que usam técnicas de neuroimagem⁵, enquanto outros estudos demonstraram reduções em marcadores neurais inflamatórios e o aumento de proteínas que estão ligadas a neuroplasticidade. Esses achados acentuam que os benefícios da RV não são apenas no aspecto motor, mas também podem refletir modificações neurofisiológicas⁶.

Além de ter uma eficácia clínica, a RV mostra benefícios em fatores como a motivação e aderência. Aguilera-Rubio et al. (2024) verificaram níveis altos de engajamento e satisfação de indivíduos que realizam a terapia convencional combinada com a RV, o que nos mostra que o caráter lúdico e a possibilidade de personalizar tarefas mais parecidas com tarefas que os indivíduos desejam voltar a realizar, colaboram para que ocorra uma maior participação e engajamento em todo o processo de reabilitação⁷.

No entanto, devido a variabilidade dos sistemas de RV e dosagem terapêutica não há uma direção sobre a utilização dessa modalidade e dos seus benefícios em indivíduos pós-AVC.

Assim, o objetivo deste trabalho foi examinar estudos na área de reabilitação de MMSS em pacientes pós-AVC com o uso de RV para que possamos enxergar os efeitos desta intervenção quando comparados a fisioterapia convencional. Adicionalmente, será analisado a adesão e engajamento dos participantes do treinamento.

MÉTODO

Esse trabalho foi uma revisão literária, onde foram utilizadas as seguintes bases de dados: PubMed, SciELO, PEDro, utilizando os descritores revisados pelo DeCS em inglês: Virtual reality, vídeo game, exergames, exergaming, upper limb, stroke; e em português: realidade virtual, membro superior, acidente vascular cerebral (AVC), vídeo game, exergames.

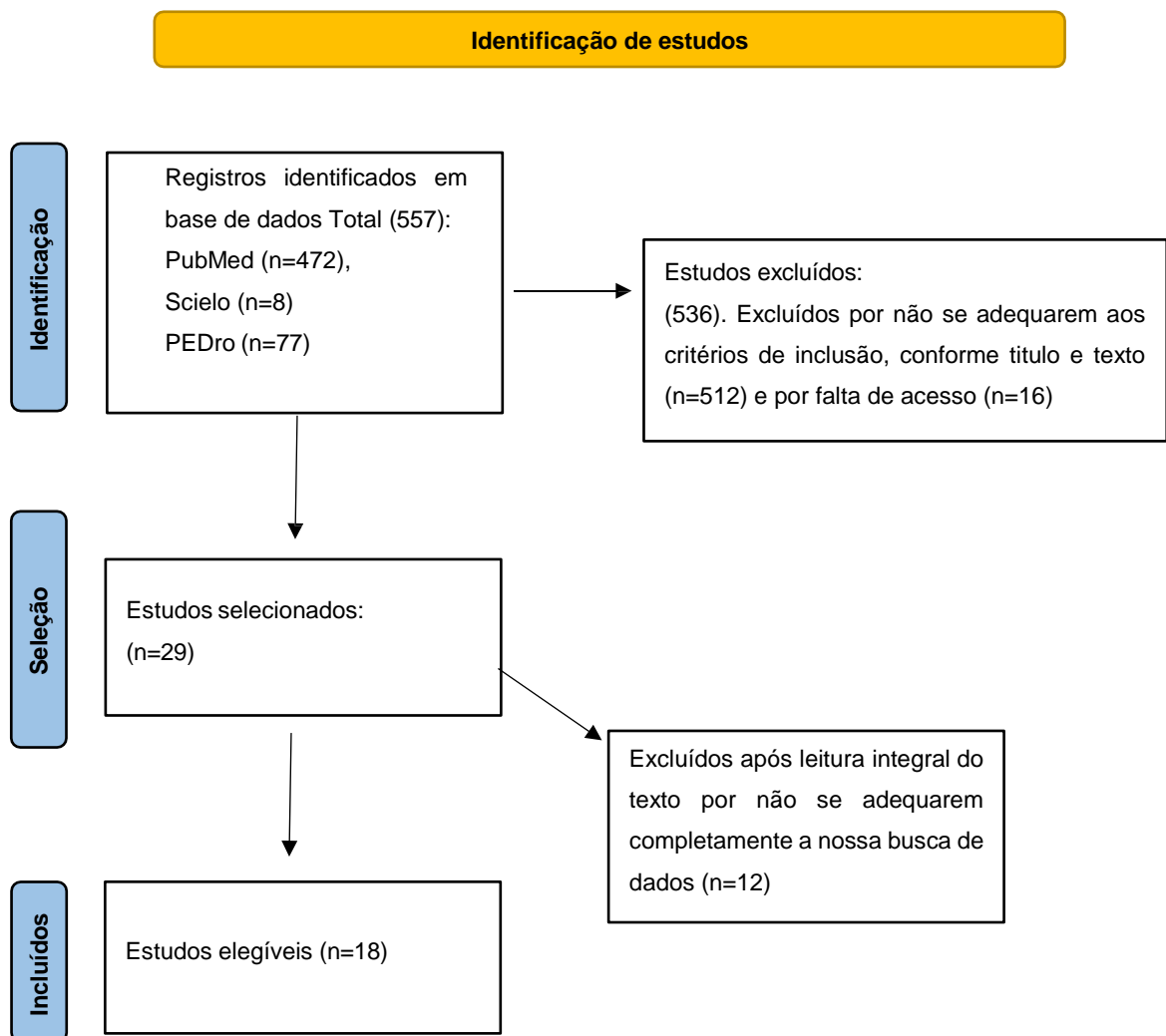
Para critérios de inclusão selecionamos: artigos dos últimos 10 anos, ensaios clínicos, estudos de casos, pacientes com quadros de hemiparesia decorrente de AVC.

E os critérios de exclusão foram: outras lesões cerebrais, estudos de revisão de sistemas ou metanálise, ensaios clínicos de validação do sistema de realidade virtual.

RESULTADOS

Por meio da estratégia de busca realizada nas bases de dados foram identificados 557 artigos. Desses, 512 foram excluídos por não se adequarem nos critérios de inclusão, conforme avaliação de título e texto. 16 foram descartados devido falta de acesso. 12 foram descartados após a leitura integral dos textos, por não preencherem os critérios de inclusão. Desta forma, a revisão foi conduzida com um total de 17 artigos, conforme representados na figura 1, abaixo:

Figura 1: identificação de estudos



Abreviação: n= número de artigos. Fonte: PRISMA.

O quadro 1 abaixo mostra detalhadamente o resultado das buscas dos artigos, evidenciando o tipo de estudo, a metodologia empregada e os principais desfechos observados.

Quadro 1: extração de dados

Autor / Ano	Tipo de estudo	Características da amostra	Tipo(s) de intervenção	Principais variáveis analisadas	Resultados significativos
Ase et al., ⁸ (2025)	Ensaio clínico randomizado	N = 14 indivíduos com AVC crônico (>6 meses), VR (n=7) vs controle (n=7)	Luva inteligente RAPAEL Smart Glove™ - 30 min/dia, 5x/sem por 4 semanas	FMA-UE, MAL-14, JTT, BBT	Grupo VR: melhora significativa em FMA-UE (p=0.027), MAL (p=0.014), JTT (p=0.002), BBT (p=0.014).
Munoz-Novoa et al., ⁹ (2025)	Estudo de caso único	N= 6 indivíduos com AVC crônico, comprometimento moderado-grave	MPR + RV + serious games - 18 sessões de 2h (3x/sem)	FMA-UE, ARAT, preensão, cinemática de tarefa de beber	Todos melhoraram FMA-EU, maioria com ganhos em ARAT, força e cinemática; viável e promissor.
Jo et al., ¹⁰ (2024)	Ensaio clínico randomizado	N = 45 indivíduos com AVC (≤6 meses) 360MTG – 15 TMTG – 15 GC - 15	RV imersiva vs terapia espelho vs fisioterapia 30 min, 3x semana, 4 semanas	FMA-UE, BBT, MFT, satisfação	Grupo 360° VR: maiores ganhos em FMA-UE, MFT e BBT (p<0.05); maior engajamento/satisfação.
Fluet et al., ¹¹ (2024)	Ensaio clínico randomizado	N = 28 indivíduos (6 meses pós AVC) GMA – grupo motivação aprimorada AC – Controle por algoritmo	Sistema de Reabilitação Virtual Domiciliar (HoVRS) vs algoritmo automático 20 min/dia, 12 semanas	Motivação intrínseca, adesão, FMA-UE	Melhorias em ambos os grupos; HoVRS não aumentou adesão significativamente vs algoritmo.
Velmurugan et al., ¹² (2023)	Ensaio clínico randomizado	N= 40 indivíduos com AVC (GRV - 20 GC - 20)	Treinamento em RV para membro superior — 6 semanas, 5x na semana	FMA-UL (Fugl-Meyer Upper Limb)	Grupo VR: Δ FMA-UL = 11.25 pontos vs controle Δ = 7.10 (melhora significativamente maior no VR).
Hsu et al., ¹³ (2022)	Ensaio clínico randomizado	N= 184 indivíduos com AVC crônico com	VR-based terapia espelho (VR-MT) vs	FMA-UE (e subescores), BBT, MAL,	Todos melhoraram; VR-MT mostrou vantagens em subescores (pulso,

	controlado cego	comprometimento de mão	terapia espelho (MT) vs conventional occupational therapy (COT)	sensibilidade	coordenação) e aumento significativo no BBT vs MT.
Gueye et al., ¹⁴ (2021)	Ensaio clínico randomizado e controlado	N= ~50 indivíduos em fase inicial/pulso pós-AVC (ex.: 25 vs 25)	Armeo Spring® (exosqueleto) + módulos VR vs fisioterapia convencional	FMA-UE, FIM, MoCA, subgrupos por idade	Ambos os grupos melhoraram; exosqueleto+VR apresentou melhora significativamente maior no FMA-UE (p=0.02); benefício também em idosos.
Abd El-Kafy et al., ¹⁵ (2021)	Ensaio clínico randomizado	N= 40 indivíduos com AVC crônico (6–24 meses), GRV GC	Terapia baseada em VR vs terapia convencional	ARAT, FMA-UE, MAS, AROM, HGS	Melhora significativa em FMA-UE e funcionalidade do membro superior comparado ao controle.
Erhardsson et al., ¹⁶ (2020)	Estudo de caso único	N= 7 indivíduos crônicos	Jogos VR com HMD comercial (HTC Vive)	ARAT, BBT, ABILHAND, cinemática	6/7 melhoraram ARAT; relação entre dose e desempenho funcional.
Lim et al., ¹⁷ (2020)	Ensaio clínico randomizado e controlado	N= 30 indivíduos pós-AVC	Realidade virtual para MS (Reach Shoulder Health, com os jogos Oculus Quest e Star Beam)	cinesiofobia, FMA-UE	Redução de cinesiofobia e melhora funcional.
Hung et al., ¹⁸ (2019)	Ensaio clínico randomizado e controlado simples-cego	N= 33 indivíduos com AVC crônico (GRV - 17, GC - 16)	Jogos Kinect2Scratch (8 jogos) — 24 sessões, 30 min/dia, 12 semanas	FMA-UE, Wolf Motor Function Test, MAL, participação (PPS)	Melhora semelhante entre grupos; VR teve maior participação e contagem de atividades (p<0.001).

Abreviações: JTT - Jebsen-Taylor Test, BBT - Box & Block Test, MAL-14 -Motor Activity Log-14, FMA-UE - Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity, MPR - Reconhecimento miométrico, ARAT - Action Research Arm Test, DASH - Disabilities of the arm, shoulder and hand, WMFT - Wolf Motor Function Test, MFT - Manual Function Test, HMD - Head-Mounted Display, PPS - escala de participação de Pittsburgh, GE- Grupo experimental, GC – Grupo controle, GRC – grupo reabilitação convencional, 360MTG – Mirror therapy em realidade virtual imersiva de 360°, TGTM – mirror therapy tradicional, GC – grupo controle

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência da RV na função motora em indivíduos pós-AVC. Diversos estudos randomizados e controlados exibiram melhora da funcionalidade do MS depois de intervenções com RV, tanto em pacientes crônicos quanto subagudos.

Pesquisas relatam avanços em escalas de atividade/funcionalidade (como FMA-UE, ARAT) em comparação aos controles convencionais^{12,15}. Adicionalmente, foi observado incrementos de força ou coordenação, com melhorias na cinemática do movimento e a redução das estratégias compensatórias. Tal observação é clinicamente significativo, pois a inclinação à compensação (elevação do ombro, flexão do tronco) restringe a recuperação funcional a longo prazo. Dessa maneira, a RV bem projetada pode impulsionar a reaprendizagem motora do MS, qualitativamente e, quantitativamente.

A inclusão de reforça a eficácia da RV, porém de uma maneira diferente¹⁸ ao passo que Velmurugan et al. (2023)¹² e Ase et al. (2025)⁸ nos dizem que a RV é melhor do que a reabilitação convencional, em termos melhora motores, Hung et al. (2019)¹⁸ indica que o treino baseado em jogos como Kinect2Scratch pode produzir uma melhora similar a terapia convencional. O valor que pode ser um diferencial nesse caso pode estar relacionado a um aumento significativo na participação e da contagem das atividades ($p < 0.001$) no grupo RV, o que conecta diretamente a adesão e a dose de treinamento.

Alguns resultados mostram que a RV se adapta e integra bem a outras tecnologias, como por exemplo a Luva Inteligente em⁸ e o reconhecimento do padrão mioelétrico em Munoz-Novoa et al. (2025)⁹. Esse tipo de integração permite que a reabilitação seja intensiva, repetitiva e específica, sendo esses os princípios base da neuroreabilitação.

Em pacientes que já estão em fase crônica, os estudos mostram que houveram ganhos motores significativos, melhoras significativas em escalas avaliadas, a FMA-MS, no grupo RV¹². Já na fase subaguda do

AVC, a RV normalmente está como um importante auxiliador. Abd El-Kafy et al. (2021)¹⁵ notou que a RV somada a terapia convencional trazia diversos ganhos motores significativos. E, Gueye et al. (2021)¹⁴ explorou o uso de exoesqueletos robóticos somados ao uso de RV, o que por sua vez indica uma estratégia que serve para otimizar a intensidade e a repetição que são essenciais nessa fase da neuroplasticidade.

Um fator importante da RV é o seu efeito na motivação intrínseca e na adesão. Artigos mostraram que a caracterização e desenho de jogo elevam a motivação e estimulam a adesão autônoma a programas residenciais, ou seja, não é só tecnologia é a análise das demandas do jogo¹¹. A RV leva a uma maior participação e adesão aos treinos, enquanto os quesitos motores são muito similares a terapia convencional¹⁸. Isso é reforçado pelos achados presentes em Jo et al. (2024)¹⁰ que estão relacionados a satisfação e motivação dos pacientes e em Lim et al. (2020)¹⁷ que nos mostra a redução da cinesiofobia nos pacientes, o que pode facilitar maior amplitude de movimento e exposição gradual a tarefas motoras desafiadoras.

Soluções comerciais de baixo custo, como Kinect e HMDs comuns, aumentam a acessibilidade, apesar de demandarem validação rigorosa sobre precisão do rastreamento e transferibilidade funcional. Integração com robótica ou exoesqueletos permitem treino assistido repetitivo de alta intensidade e com medição objetiva de desempenho.

Muitos estudos não relatam a dosimetria precisamente como o número total de repetições, tempo real de movimento, o que dificulta sugestões práticas. É necessário a indicação precisa da frequência, duração e densidade de repetições para os protocolos com RV.

As limitações recorrentes incluem amostragens menores, estudo de caso ou quase-experimentais, falta de cegamento consistente, diversidade de desfechos e períodos de acompanhamento mais curtos. Estudos com equipamentos novos^{8, 9, 16}, geralmente publicam testes de prova-de-conceito com amostras menores. Adicionalmente, ausência de medidas de

transferência para afazeres da vida cotidiana em algumas pesquisas restringem a interpretação clínica.

Outro detalhe técnico raramente discutido com precisão é a análise cinemática regularizada. Certos trabalhos demonstram aprimoramentos na qualidade do movimento, contudo os protocolos de coleta e as métricas são extremamente variados, dificultando uma síntese quantitativa consistente.

A investigação tem de avançar em via dupla: padronização metodológica e inovação aplicada. Algumas sugestões dos estudos randomizados controlados perneiam sobre a realização de: estudos multicêntricos randomizados com follow-up de pelo menos período de realização do estudo, abordando a dose de treino e desfechos importantes em AVD. Protocolos híbridos misturando reconhecimento mioelétrico, feedback tátil e análise cinemática objetiva^{8,9}. Adicionalmente, inserir o custo-efetividade e obstáculos na implementação em sistemas públicos também^{16,14}. Estudos sobre implementação, engenharia de usabilidade para manter eficácia clínica e engajamento¹¹.

CONCLUSÃO

Com base nos estudos analisados, foi possível concluir que a RV, empregada na reabilitação motora dos MMSS de indivíduos pós-AVC trouxe ganhos na função motora, na coordenação e propriocepção, auxiliando também na integração sensório-motora quando comparada a fisioterapia convencional. Também houve reflexo no engajamento e adesão. No entanto, é fundamental padronizar os protocolos de intervenção, aumentar o número de amostras e realizar acompanhamentos a longo prazo em estudos futuros. Isso permitirá consolidar a aplicabilidade clínica e determinar com precisão as doses ideais de treinamento, bem como a duração e a intensidade das sessões.

REFERÊNCIAS

1. Schuster-Amft C, Eng K, Suica Z, 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. *Neurorehabil Neural Repair*. 2018;32(9):759–768.
2. Huang CY, Chiang WC, Yeh YC, Fan SC, Yang WH, Kuo HC, Li PC. Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *BMC Neurol*. 2022;22(1):21
3. Lee SH, Kim Y, Park GY, et al. Effects of virtual reality-based bilateral upper extremity training on cortical activation in patients with chronic stroke. *J Rehabil Med*. 2015;47(10):905–910.
4. Wang Z, Chen X, Zhou Z, et al. Effect of Leap Motion-based virtual reality training on upper limb motor function and cortical reorganization in subacute stroke patients: a randomized pilot study. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:508.
5. Lee MM, Shin DC, Song CH. Game-based virtual reality canoe paddling training to improve postural balance and upper extremity function in stroke patients: a preliminary randomized controlled study. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(3):305–309.
6. Gonçalves MG, Magalhães F, Rocha R, et al. Virtual reality therapy combined with conventional rehabilitation improves upper limb function and quality of life in subacute stroke patients: a prospective clinical study. *Disabil Rehabil*. 2018;40(14):1660–1668.

7. Aguilera-Rubio Á, Cano-de-la-Cuerda R, Alguacil-Diego IM, et al. Effectiveness of Leap Motion controller-based virtual reality training combined with physiotherapy on hand and upper limb function after stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2024;21(1):45.
8. Ase T, et al. Effects of smart glove–based virtual reality therapy on upper limb motor recovery in chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2025;22(1):14.
9. Muñoz-Novoa M, Yoon TS, Kim JH, et al. Myoelectric pattern recognition with virtual reality and serious gaming improves upper limb function in chronic stroke: a single case experimental design study. *Front Neurol.* 2025;12:6
10. Jo D, Lee D, Jeong Y. 360° immersive virtual reality–based mirror therapy for upper extremity function and satisfaction among stroke patients: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2024;33(4):106–115.
11. Fluet G, Qiu Q, Gross A, Gorin H, Patel J, Merians A, Adamovich S. The influence of scaffolding on intrinsic motivation and autonomous adherence to a game-based, sparsely supervised home rehabilitation program for people with upper extremity hemiparesis due to stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2024;21(1):143.
12. Velmurugan S, Suresh P, Ravi K. Effectiveness of virtual reality–based training on upper limb motor function in stroke patients: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2023;32(2):107–118.functions of patients with chronic stroke: a randomized controlled single-blinded trial. *Technol Health Care.* 2020;28(5):505–513.
13. Hsu HY, Chen J, Lin M, et al. Application of immersive virtual reality mirror therapy for upper limb rehabilitation after stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil.* 2022;29(4):300–312.

14. Gueye T, Kaka B, Diallo M, et al. Combined effect of virtual reality training and robotic exoskeleton on upper limb motor function recovery in subacute stroke: a randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2021;49(2):215–224.
15. Abd El-Kafy EM, El-Basatiny HM, ElShemy SA. Effect of virtual reality training on motor recovery of the upper extremity in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(1):23–31.
16. Erhardsson M, Alt Murphy M, Sunnerhagen KS. Commercial head-mounted display virtual reality for upper extremity rehabilitation in chronic stroke: a single-case design study. *J Neuroeng Rehabil*. 2020; 23;17(1):154.
17. Lim KB, Lee HJ, Yoo J, et al. Virtual reality on upper limb kinesiophobia in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2020;52(12)
18. Hung JW, Chou CX, Chang YJ, Wu CY, Chang KC, Wu WC, Howell S. Comparison of Kinect2Scratch game-based training and therapist-based training for the improvement of upper extremity functions of patients with chronic stroke: a randomized controlled single-blinded trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(5):542-550.