



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

Vistiplau pel lliurament i defensa del ***Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia***

En/na.....en la
seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

REALITZAT PER:

.....
.....
.....
.....

ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data

Salvador
Montull Morer -
DNI
73189254B
(TCAT)

Firmado digitalmente
por Salvador Montull
Moré - DNI
73189254B (TCAT)
Fecha: 2024.05.09
11:59:53 +02'00'

**Ariadna Cantons Pérez, Estel·la Cayuela Martínez, Xavier Gómez Rosell i
Daniel Masachs Bolsen**

**L'EFICÀCIA DE LA REALITAT VIRTUAL COMBINADA AMB LA TERÀPIA
CONVENCIONAL EN PACIENTS SUPERVIVENTS D'ACCIDENT
CEREBROVASCULAR AMB AFECTACIÓ DE L'EXTREMITAT SUPERIOR: UNA
REVISIÓ SISTEMÀTICA**

TREBALL DE FI DE GRAU

Dirigit pel Dr. Salvador Montull

Grau de Fisioteràpia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2024

RESUM

Antecedents: L'ictus és una malaltia neurològica comuna que causa pèrdua de funcionalitat, sent una de les principals causes de discapacitat i mort a nivell mundial. La rehabilitació amb realitat virtual emergeix com una opció prometedora i alternativa a la teràpia convencional.

Objectius: Realitzar una cerca d'informació per comprovar l'eficàcia de la teràpia amb realitat virtual en pacients supervivents d'ictus amb afectació de l'extremitat superior, comparant-la amb el tractament convencional en termes de rang de mobilitat, força muscular i funcionalitat, i verificar la viabilitat de l'ús d'aquesta teràpia.

Metodologia: Realitzem una revisió bibliogràfica seguint la guia PRISMA a les bases de dades: Pubmed (MEDLINE), CINAHL, PEDro i Medline Proquest.

Resultats: S'han escollit 27 articles sobre teràpia de realitat virtual. Mitjançant les escales *Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity*, *l'Índex de Barthel Modificat* i *el Wolf Motor Function Test*, hem pogut valorar la funcionalitat de l'extremitat superior, i hem conclòs que s'obtenen millores estadísticament significatives. Aquesta tècnica augmenta l'adherència al tractament i facilita la rehabilitació domiciliària.

Conclusions: La teràpia de realitat virtual és una tècnica efectiva per a millorar el grau de mobilitat, la força muscular i la funcionalitat de la extremitat superior parètica post-ictus. El seu ús és viable en combinació amb la teràpia convencional, aportant un afegit però sense poder ser substituïda de la teràpia convencional. La combinació d'ambdues tècniques mostra millores estadísticament significatives en les variables força muscular i funcionalitat de la extremitat superior.

Paraules clau: Ictus, Rehabilitació, Extremitat Superior, Realitat Virtual, Tractament Convencional, Adherència, Funcionalitat, Revisió Sistemàtica.

ABSTRACT

Background: Stroke is a common neurological disease that causes loss of functionality, being one of the main causes of disability and death worldwide. Rehabilitation with virtual reality emerges as a promising alternative to conventional therapy.

Objective: Conduct an information search to verify the effectiveness of virtual reality therapy in stroke survivors with upper extremity hemiparesis, comparing it with conventional treatment in terms of range of mobility, muscle strength and functionality, and verify the feasibility of using this therapy.

Methods: This study followed the PRISMA guidelines for bibliographic reviews, the search was done in the databases: Pubmed (MEDLINE), CINAHL, PEDro i Medline Proquest.

Results: A total of 27 articles have been included. Using the scales *Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity*, *Modified Barthel Index* and the *Wolf Motor Function Test*, we have been able to assess the functionality of the upper extremity, and we have concluded that there are statistically significant improvements. This technique increases adherence to treatment and facilitates home rehabilitation.

Conclusions: Virtual reality therapy is an effective technique to improve range of mobility, muscle strength and functionality of the post-stroke paretic upper extremity. Its use is viable in combination with conventional therapy, complementing but not being a substitute for it.

Keywords: Stroke, Rehabilitation, Upper Extremity, Virtual Reality, Conventional Treatment, Adherence, Functionality, Bibliographic Review.

1. INTRODUCCIÓ

L'accident cerebrovascular (ACV) o ictus és una malaltia neurològica comuna causada per una obstrucció del flux sanguini o una hemorràgia al cervell.^{1,2} Les cèl·lules a les quals no els arriba l'oxigen moren gradualment, donant lloc a la pèrdua d'habilitats regulades pel sistema nerviós central (SNC), com ara el control motor i la funció cognitiva.¹ És la principal causa de discapacitat i mort a tot el món³⁻⁵ i el podem dividir en ACV isquèmic i ACV hemorràgic en funció de la simptomatologia. La isquèmia té una incidència molt superior (aproximadament 70% de tots els accidents cerebrovasculars) a la de l'hemorràgia.⁶

L'ictus afecta 80 milions de persones anualment arreu del món, provocant un total de 5,5 milions de morts.⁷ Cada any s'estima que als Estats Units hi ha 795.000 d'ACV,⁴ mentre que a Europa es produeixen 41,5 milions de casos anuals, dels quals 3,7 milions de supervivents experimenten seqüeles de llarga durada, i menys del 15% dels pacients aconseguixen la recuperació completa.⁵

En els darrers anys ha augmentat significativament la taxa de supervivents d'aquesta malaltia,^{2,4} tot i que sovint aquestes persones pateixen un deteriorament funcional crònic i dèficits cognitius, que s'associen a una qualitat de vida reduïda, incloses dificultats socials i personals.³ Els principals símptomes de l'ictus són l'hemiplegia, la paràlisi i la pèrdua de la funció de la parla, la capacitat d'autonomia i la mobilitat, alguns dels quals poden esdevenir permanents.^{1,6} El deteriorament motor és la complicació més comuna després d'un ACV.⁸ De fet, en més del 80% dels supervivents d'ictus s'observen dèficits en almenys una de les extremitats superiors (EESS) durant la fase aguda,^{2,4,5,7,9,10-12} i entre el 30% i el 60% encara presenten aquesta disfunció fins a sis mesos després.^{2,10} Aquests dèficits condueixen a deterioraments crònics com debilitat, pèrdua de control motor, edema, dolor i espasticitat.¹¹ Els dèficits funcionals a les EESS a causa de l'ictus són més difícilment recuperables que els de les extremitats inferiors, i estan fortament associats amb la disminució de la qualitat de vida d'aquests individus, la qual cosa els dificulta fer activitats de la vida diària (AVD) com poden ser menjar, vestir-se o rentar-se.^{1-3,5,7,8,10-13} Per aquest motiu, la rehabilitació amb fisioteràpia i teràpia ocupacional és imprescindible.¹⁰ A banda dels problemes amb les AVD, l'ictus també provoca un augment de la càrrega del cuidador i suposa una pressió econòmica a la família del pacient.⁷

La rehabilitació de l'ictus requereix un entrenament motor intensiu per promoure la plasticitat adaptativa reduint els dèficits motors.⁹ El tractament de rehabilitació de les EESS està reconegut, per consens entre els supervivents, els cuidadors i els professionals de la salut, com una de les deu prioritats per a la recuperació postictus.⁵ A països com ara els Estats Units

es promou la rehabilitació a domicili a través de fullets impresos per fer exercicis; un enfocament sovint no gaire motivador, i associat a un baix compliment i altes taxes d'abandonament.¹⁴ Per compensar aquest feedback tan poc atractiu, repetitiu i insuficient, en l'actualitat hi ha dispositius que utilitzen la realitat virtual (RV) per proporcionar escenes interactives i personalitzades més immersives.⁶

En els darrers anys ha augmentat l'ús de la RV com a eina terapèutica i s'utilitza cada vegada més per a la rehabilitació d'AVD i la disfunció de les EESS.^{9,15} A més, la bibliografia recent ha proporcionat proves de millora en la funció motora de les EESS i en les AVD després de l'entrenament basat en RV, en comparació amb les intervencions estàndards.⁹ Aquesta tecnologia emergent permet la interacció entre usuaris en un entorn artificial, proporcionant una estimulació multimodal, controlable i personalitzable, amb una retroalimentació en temps real.^{2,5,8,10} Existeixen dos tipus de RV: els sistemes no específics (N-SVR) i els sistemes específics (SVR).^{5,8} Els N-SVR utilitzen consoles de videojocs dissenyades per la indústria de l'entreteniment i, per tant, no estan pensats per a la rehabilitació neurofisiològica;⁵ d'altra banda, els SVR estan dissenyats específicament per promoure l'aprenentatge i la recuperació motora, optimitzant l'adquisició, la retenció i la generalització de les habilitats motores.⁵

Els sistemes de RV són eines prometedores per a la rehabilitació de la funció motora de les EESS després d'un ACV, ja que, a part de millorar la debilitat motora, presenten altres avantatges: augmenta la motivació i el compromís dels pacients, generant una millor adherència al tractament;^{2,3,7,12,15,16-19} les intervencions poden ser de baix cost, sense esforç addicional per als terapeutes, fins i tot disminuint les demandes de temps d'aquests; hi ha feedback en temps real i la configuració dels sistemes de RV són ràpids i en alguns casos de forma remota, facilitant així la rehabilitació domiciliària.^{9,12} Hi ha diferents estudis on s'ha evidenciat una millora estadísticament significativa en els pacients aguts en relació a la funcionalitat, recollida mitjançant les escales Fugl-Meyer Assessment (FMA) i el Wolf Motor Function Test.^{1,15,20,21}

La nostra hipòtesi és que la introducció dels sistemes RV en combinació amb la teràpia física i ocupacional tradicional pot ser més beneficiosa que seguir únicament una teràpia convencional, tant pel que fa a la recuperació funcional com al cost econòmic que se'n deriva del tractament. Fem aquesta revisió sistemàtica per esbrinar si existeixen evidències suficients que avalin la nostra hipòtesi.

2. OBJECTIUS

- Objectiu general: Comprovar l'eficàcia de la teràpia amb realitat virtual en pacients supervivents d'ictus amb afectació de l'extremitat superior.
- Objectius específics:
 - Comparar l'efectivitat de la realitat virtual amb el tractament convencional en relació a les següents variables: rang de mobilitat, força muscular i funcionalitat (activitats de la vida diària).
 - Comprovar la viabilitat econòmica de l'ús de teràpia amb realitat virtual.

3. MATERIAL I MÈTODES

Per a realitzar la revisió bibliogràfica, s'han seguit les indicacions de la guia PRISMA (guia de comprovació de revisions sistemàtiques i metaanàlisi).²² Fent referència als criteris d'elegibilitat i els objectius establerts, s'especificaran les característiques dels estudis segons cadascun dels elements de la pauta PICOS (P problema o pacient; I intervenció, tractament; C: intervenció de comparació; O resultats; S: tipus d'estudi).

3.1. Protocol i registre

Aquest treball està contextualitzat dins de l'assignatura de Treball de Fi de Grau del grau de Fisioteràpia de la URV en el curs acadèmic 2023-2024. Es va comprovar amb les paraules "EFFICACY OF VIRTUAL REALITY COMBINED WITH CONVENTIONAL THERAPY IN STROKE SURVIVORS WITH UPPER EXTREMITY INVOLVEMENT" que no existia cap estudi igual a aquest en la base de dades de revisions sistemàtiques PROSPERO publicat durant els últims 5 anys.²³

3.2. Criteris d'elegibilitat

Els estudis d'aquesta revisió es van escollir establint els criteris d'inclusió i d'exclusió, segons l'acrònim PICOS:²²

P: Problema, pacient o població objecte d'estudi	Població adulta amb AVC isquèmic o hemorràgic en fase subaguda o crònica.
I: Intervencions que interessin estudiar	Intervencions de fisioteràpia i aplicació de realitat virtual, per a la recuperació funcional de les EESS.
C: Comparació	Comparar l'eficàcia de l'aplicació de realitat virtual amb el tractament convencional en pacients subaguts i crònics d'AVC. Identificar si millora la funcionalitat i es redueix la discapacitat de les EESS.
O: Resultats	Es valora la funció motora i la reducció de la discapacitat.
S: Tipus d'estudi	S'utilitzaran primordialment assajos clínics aleatoritzats. (publicats durant els últims 5 anys en revistes indexades).

Taula 1. Criteris de selecció

3.3. Fonts d'informació

La revisió bibliogràfica es va fer cercant i seleccionant els articles que complien els criteris que havíem escollit i que finalment vam acceptar des de diferents bases de dades: PubMed (Medline), CINAHL, PeDro i MedLine ProQuest,. La cerca bibliogràfica es va realitzar des del dia 9 de febrer del 2024 fins el dia 21 de març de 2024.

3.4. Estratègia de cerca

Base de dades	Paraules claus principals utilitzades
PubMed	"virtual reality" AND "stroke" AND "upper limb". Filtres: "Clinical Trial", "Randomized Controlled Trial", "in the last 10 years", "Humans". 101 resultats.
CINAHL	"virtual reality" AND "stroke" AND "upper limb". Filtres: "Randomized Controlled Trial", "since 2014", "Humans". 27 resultats.
PeDro	"virtual reality" AND "stroke" AND "upper limb". Filtres: "Clinical Trial", "since 2014". 38 resultats.
MedLine ProQuest	"virtual reality" AND "stroke" AND "upper limb". Filtres: "Controlled Trial", "Clinical Trial", "in the last 10 years". Filtres exclosos: "gait", "brain research", "systematic review", "walking", "balance", "parkinson's disease", "spasticity", "cerebral palsy", "covid-19", "neurology", "hypotheses", "magnetic resonance imaging", "telemedicine", "transcranial magnetic stimulation", "electromyography", "exoskeleton", "medical research", "mental task performance", "meta-analysis", "amputation", "breast cancer", "dementia", "reviews", "spinal cord injuries", "arthritis", "pain", "motor task performance", "statistical analysis", "caregivers", "clinical medicine", "consent", "laboratories", "psychotherapy", "sports injuries", "anterior cruciate ligament", "chronic pain", "design optimization", "fatigue", "fingers & toes", "haptics", "joint and ligament injuries", "knee", "mental depression", "multiple sclerosis", "pilot projects", "students", "teaching methods", "abdomen", "air bags", "aluminum", "ankle", "ataxia". 22 resultats.

Taula 2. Estratègia de cerca

3.5. Procés de selecció dels estudis

Els criteris d'elegibilitat van ser els següents:

- Els criteris d'inclusió van ser: (1) Publicats en els últims 5 anys; (2) Realitzats en humans; (3) Assajos clínics aleatoritzats; (4) Aplicació de realitat virtual amb ictus i amb afectació de l'extremitat superior.
- Els criteris d'exclusió van ser: (1) Baixa mostra; (2) Falta de resultats concloents; (3) Duplicats; (4) No utilització de la RV; (5) Estudis no realitzats en EESS; (6) Articles que no responen als objectius de la revisió, revisions sistemàtiques i metaanàlisi.

Inicialment, es va realitzar una cerca a les bases de dades PubMed, CINAHL, PEDro i MEDLINE ProQuest introduint les paraules clau ja comentades. Seguidament, es van filtrar els articles per “Últims 5 anys”, “Humans”, “Assaig clínic”. Un cop feta, ens vam dividir els articles entre els quatre membres del grup de revisió, deixant clars els criteris de selecció, per tal de valorar tots els articles trobats i seleccionar-los (en el cas que el resultat no fos idèntic o hi hagués algun desacord, es va consultar al tutor del nostre TFG). El procés de selecció dels estudis es va dur a terme de la següent forma: (1) en funció del títol; (2) si el títol té relació amb el tema escollit, es llegeix el resum; (3) Articles que estiguin basats en la rehabilitació funcional de l’extremitat superior en pacients amb AVC; (4) articles duplicats; (5) llegir el text complet i identificar tots els criteris d’elegibilitat i d’exclusió; (6) Incloure en l’estudi i obtenir les dades analitzades.

4. RESULTATS

4.1. Procés de selecció dels estudis

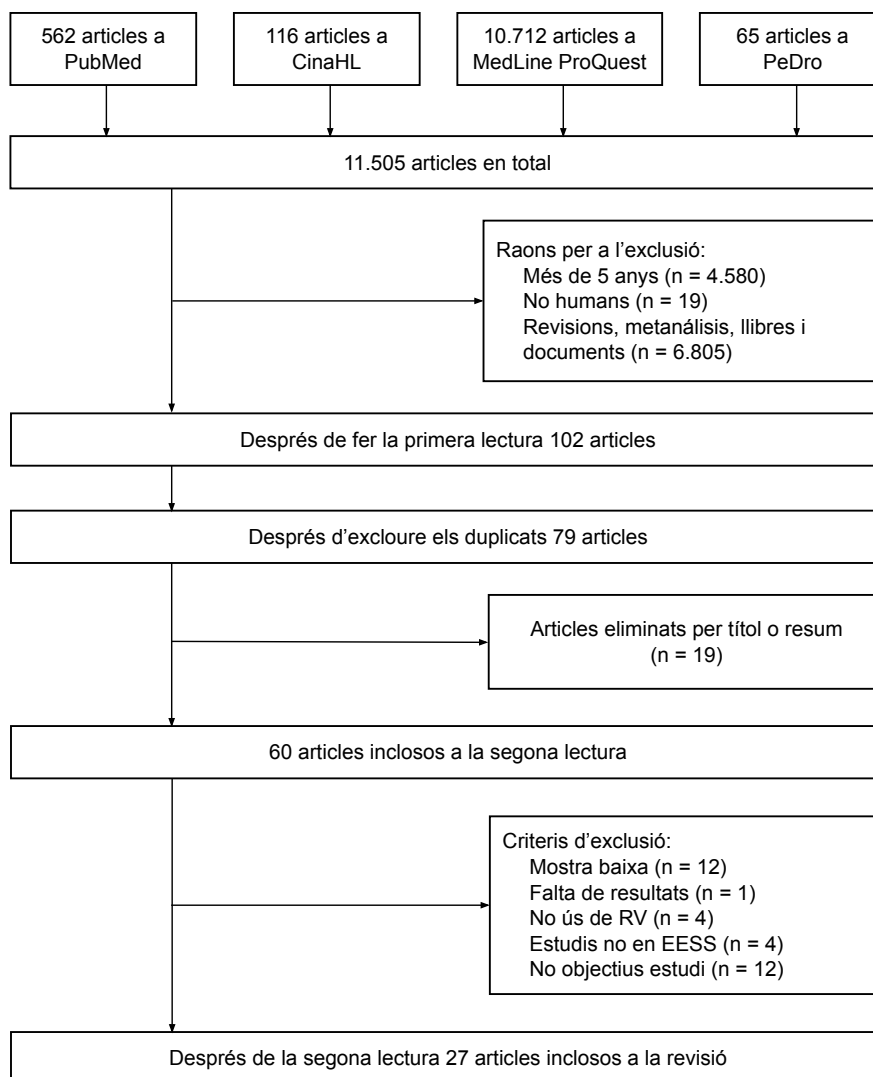


Figura 1. Diagrama de flux

Mostrem a la Taula 3 els motius de l'exclusió.

Motiu d'exclusió	Estudi (autor principal i any de publicació)
Mostra baixa	Norouzi-Gheidari N, 2019; Rogers JM, 2019; Aguilera-Rubio Á, 2022; Heinrich C 2022; Chen YH, 2021; Adams RJ, 2023; Patel J, 2019; Erhardsson M, 2020; Qiu Q, 2020; Höhler C, 2023; de Crignis, 2023; Nataraj R, 2020.
Falta de resultats o evidència	Burton Q, 2022.
No utilització de la RV	Choi HS, 2019; Adomavičienė A, 2019; Alsubiheen AM, 2022; Terranova TT, 2021.
Estudis no realitzats en EESS	Anwar N, 2021; Lima JPS, 2023; Kumar D, 2019; Sultan N, 2023.
No responen als objectius de la revisió	Errante A, 2022; Yang ZQ, 2022; Widmer M, 2022; Yao X, 2020; Riaz S, 2024; Tokgöz P, 2022; Gandolla M, 2020; Hee JK, 2023; Persky S, 2023; Zhou X, 2023; Randriambelonoro M, 2023; Fregna G, 2023.

Taula 3. Motius d'exclusió

4.2. Característiques dels estudis

A continuació es mostra la informació més rellevant de cadascun dels estudis seleccionats: primer autor i any de publicació, participants, programa aplicat, activitats on han participat cada grup de participants, variables utilitzades i conclusions principals.

Estudi	Participants	Programa	GI	GC	Variables utilitzades	Conclusions
Park YS <i>et al.</i> , 2021 ¹	N=44 GI: n=22 (60,59 ± 18,12 anys) GC: n=22 (62,29 ± 13,97 anys)	LI: GC: 30 min, 5 dies/setmana, 4 setmanes. GI: COT + 30 min, 5 dies/setmana, 4 setmanes.	TO+RV	TO	A l'inici i al final. FMA, HGS, JTHFT, IBM i PRPS.	El programa de rehabilitació mitjançant un dispositiu portàtil a més de la teràpia física convencional va mostrar una millora significativament més gran pel que fa a la funció de la mà, el rendiment de les AVD, i participació en RHB.
Long Y <i>et al.</i> , 2020 ²	N=60 GC: n=30 GI: n=30	LI: Hospital D: 3 setm. F: 45-90', 5s/setm.	FC, TO i acupuntura (45') + RV (45')	FC, TO i acupuntura (45')	A l'inici i al final. FMA-UE, FTHUE, COPM, SSEQ.	El tractament addicional amb RV podria ajudar a millorar l'autoeficàcia i les AVD dels pacients amb ACV; no obstant això, no va ser superior a l'entrenament convencional en la millora de les funcions de les extremitats superiors, l'exercici ocupacional i la satisfacció.
Oh YB <i>et al.</i> , 2019 ³	N=31 GC: n=14 GI: n=17	LI: Hospital D: 6 setmanes. F: 30',3s /setm..	TO+RV	TO	PMM, EA, FMA-UE, HGS, BBT, NHPT, K-MMSE i K-MoCA.	La intervenció de RV que utilitzava instruments reals va ser més eficaç per promoure la recuperació de la funció motora fina en comparació amb la teràpia convencional. Una intervenció de RV després d'un ictus ofereix l'oportunitat d'animar i motivar els pacients a realitzar un entrenament de rehabilitació mitjançant una varietat de tasques difícils i exercicis proposats i orientats a les tasques, que es consideren els més beneficiosos per a la

						funció motora de l'extremitat superior i la funció cognitiva.
Keller J <i>et al.</i> , 2020 ⁴	N:35 GC: n=11 (TC) GI1: n=12 (TC+RV) GI2: n=12 (RV)	Ll: Ambulatori i hospital D: 10 setmanes F:15h/ set	FC+RV RV	FC	A l'inici i al final. Canvis matèria gris, AROM i PMM.	Els tres grups van millorar el AROM.
Rodríguez-Hernández MI <i>et al.</i> , 2023 ⁵	N=42 GC: n=21 GI: n=21 Edat 63,1±12,8	Ll: Hospital D: 3 setm. F: 150', 5s/setm.	FC i TO (100') + RV (50')	FC (75') + TO (75+)	A l'inici, al final i 3 mesos després. FMA-UE, ARAT i EA.	La RHB convencional combinada amb un sistema de RV-E pot ser més eficaç que la RHB convencional sola per millorar la funció motora de la mà i el moviment voluntari.
Bai Y <i>et al.</i> , 2022 ⁶	N=50 GC: n=25 GI: n=25	Ll: Hospital D: 10 setmanes F: 40-60 min al dia, 5/set	FC+RV	FC	FMA-UE, FTHUE, BBT i IBM.	Alta eficàcia de la RV però amb limitacions.
Huang CY <i>et al.</i> , 2022 ⁷	N=30 GI: n=15 GC: n=15	Lloc: Hospital Durada: 16 sessions Freqüència: 60 min/dia, de 2 a 3 dies/setmana	TO+RV	TO	FMA i AROM.	Demostra resultats que donen suport a l'aplicació posterior de tecnologies de RV comercials i immersives en pacients amb ictus cònic.
Llorens R <i>et al.</i> , 2021 ¹⁰	N=29 GC: n=15 GI: n=14	Ll: Hospital D: 25 sessions 1 hora F:	TO (24') + RV (24')	TO (48')	FMA i WMFT.	Una intervenció combinada, que consisteix en tDCS i un exercici d'observació motora autoactivada mediat per RV, va produir millores clínicament significatives en la funció motora d'aquests individus en comparació amb la teràpia física convencional sola, tot i que va tenir efectes similars sobre la funció sensorial.
Norouzi-Gheidari N <i>et al.</i> , 2021 ¹¹	N=28 GC: n=14 GI: n=14	Ll: Hospital D: 4 setm. F: 3s/setm.	TC + RV	TC	FMA-UE, Qüestionari	Aproximadament dos terços (64%) dels participants amb ictus crònic van millorar la seva funció d'UE, després de 12 sessions

					ABILHAND MAL, SIS, BBT i HGS .	de la intervenció SUPER, que combinava robòtica, RV i NMES. Els participants amb un potencial bo i pobre per a la recuperació de la funció de la mà van mostrar millores clínicament importants, cosa que indica que la nostra intervenció personalitzada és adequada per a persones amb limitacions moderades i greus a causa de l'ictus.
Hung JW <i>et al.</i> , 2019 ¹²	N=33 GC: n=16 GI: n=17	LI: Ambulatori D: 12 setmanes F: 2 o 3 sessions/setmana a 30 minuts.	RV+TO	FC+TO	FMA-UE, WMFT i MAL	La intervenció és igual d'eficaç que el tractament convencional i pot estalviar temps als terapeutes. El temps d'intervenció total podria augmentar (positiu pel pacient).
Chen L <i>et al.</i> , 2022 ¹³	N=36 GC: n=18; edat 57,8 ± 8,4 GI: n=18; edat 58,4 ± 9,3	LI: Hospital D: 2 setm. F: 60', 5s/setm.	RV	TO	A l'inici i al final. FMA-UE, NIHSS i ARAT.	La intervenció de RV és superior a la TC per millorar el procés neuronal cognitiu d'anticipació motora.
Park M <i>et al.</i> , 2019 ¹⁵	N=26 GI: n=13 GC: n=13	LI: Hospital D: GI= 30 min RV i 30 min COT. GC= 60 min COT. F: 20 sessions, 5 dies/setmana, 4 setmanes.	TO+RV	TO	FMA, WMFT, AROM de les EESS proximals, IBM i SIS.	La RHB basada en RV que incorpora exercicis de moviment pla per als pacients amb ictus. Podria ser un enfocament de rehabilitació fàcil d'utilitzar no només per a la funció de les EESS i l'AROM, sinó també per a la qualitat de vida. A més, les avaluacions fàcilment aplicables, que estan moderadament correlacionades amb escales clíniques i associades amb un període de temps curt, podrien ampliar i donar suport al paper de la RV en la RHB.
Brunner I <i>et al.</i> , 2014 ²⁰	N=120 GC: n=60 GI: n=60	LI: 5 centres RHB D:4 setmanes F: 45-60',	RV	FC	ARAT, BBT i Qüestionari ABILHAND.	Millora la funció motora però fan falta més estudis.

		4/5 s/setm.				
Saposnik G <i>et al.</i> , 2016 ²⁵	N=141 GI: n=71 GC: n=70	LI: Hospital D: 60 min F: 10 sessions	Teràpia RVWii+TO	Activitat recreativa + TO	FMA- UE i AROM.	Les activitats recreatives senzilles, de baix cost i àmpliament disponibles poden ser tan efectives com les innovadores tecnologies de RV no immersiva.
Velmurugan G <i>et al.</i> , 2023 ²⁶	N=40 GC: n=20 GI: n=20	LI: D: 6 setm. F: 45', 5s/setm.	RV	TC	FMA-UE	L'estudi conclou que l'entrenament amb RV millora la puntuació del FMA-UE en pacients supervivents d'ictus i, per tant, la teràpia amb RV és beneficiosa.
Lin R <i>et al.</i> , 2020 ²⁷	N=152 GC: n=107 GI: n=38	LI: Hospital D: 4 setm. F: 5s/setm.	TC+RV	TC	MRCSSMS, PASS i IBM	La RHB primerenca combinada amb l'entrenament amb RV té un impacte beneficiós en l'augment de la força muscular, l'estat d'ànim i la millora de l'estat funcional. L'addició d'entrenament de RV a la RHB primerenca facilita efectes positius més forts sobre la força muscular lateral no afectada de les EESS i l'estat d'ànim, però no l'estat funcional, en comparació amb només la rehabilitació precoç en pacients amb ictus agut durant el període d'hospitalització.
Marques-Sule E <i>et al.</i> , 2021 ²⁸	N=39 GC: n=20 GI: n=19	LI: Clínica Universitària de Nutrició, Activitat Física i Fisioteràpia UV. D: 4 setmanes. F: 2s/setmana.	FC+RV	FC	FMA-UE i IBM.	Mostra resultats prometedors en funcionalitat, equilibri i AVD en afegir RV amb Nintendo Wii a la teràpia física convencional en supervivents d'ictus crònic.
Hsu HY <i>et al.</i> , 2022 ²⁹	N=52 GC: n=17 GI1: n=17 GI2: n=18	LI: Hospital D: 9 setm. F: 2s/setm.	TO+RV	FC+TO	FMA-UE, MAL, BBT i EA.	Aquest estudi va suggerir que RV-MT té efectes potencials del tractament en la restauració de les habilitats motrius i la funció de les EESS afectades en pacients amb ictus crònic. La remediació motora en

						una tasca de teràpia mirall amb retroalimentació virtual immersiva pot ajudar a fomentar l'activació cerebral principal bilateral amb la integració multisensorial de senyals propioceptius visuals i bilaterals, provocant així millors efectes d'aprenentatge motor.
Chen J <i>et al.</i> , 2023 ³⁰	N=50 GC: n=25 GI: n=25	LI: Hospital D: 2 setmanes F:30 minuts/ dia 6/setmana	RV	Jocs comercials	FMA	La RV és eficaç, segura i acceptable.
Abd El-Kafy EM <i>et al.</i> , 2022 ³¹	N=40 GC: n=20 GI: n=20	LI: D: F:	RV +FC	FC	ARAT, WMFT	Millora espasticitat i funció motora.
Anwar N <i>et al.</i> , 2022 ³²	N=74 GC: n=37 GI: n=37	LI: D:6 setmanes F: 1h 3 dies/setmana.	RV	FC	FMA	La RV és millor per a la funció motora però la FC és millor per funció sensitiva.
Ain QU <i>et al.</i> , 2021 ³³	N=56 GC: n=28 GI: n=28	LI: Hospital D: setmanes F: 40 minuts 5/ setmana.	RV	FC	FMA	Millora la funció motora.
El-Kafy EMA <i>et al.</i> , 2021 ³⁴	N=40 GC: n=20 GI: n=20	LI: D: 12 setmanes F:2 hores. 3s/setm	RV + FC	FC	ARAT, WMFT i HGS	El tractament combinat és més eficaç que només el convencional per pacients d'ictus crònic. Es genera un entorn motivador i més possibilitat de realitzar tasques més difícils.
Junior VADS <i>et al.</i> , 2019 ³⁵	N=48 GC1: n=16 GC2: n=16 GI: n=16	LI: Ambulatori D: 8 setmanes F: 50 minuts. 2s/setm	RV	GC1: PNF GC2: PNF + RV	FMA	No hi ha superioritat d'una estratègia de tractament sobre l'altra. Les tècniques aplicades individualment o combinades mostren resultats similars.

Gueye T <i>et al.</i> , 2020 ³⁶	N=50 GC: n=25 GI: n=25	LI: Hospital D: 3 setmanes F: 45 minuts. 4s/setm	RV	FC	FMA-UE, MoCA i FIM.	La millora al FMA-UE va ser significativament superior al grup intervingut. Les persones ≥65 anys van millorar de la mateixa manera que les persones més joves.
Salvalaggio S <i>et al.</i> , 2022 ³⁷	N=122 GC: n=61 GI: n=61	LI: Hospital D: 4 setm. F: 60', 5s/setm.	TC+RV	TC	FMA-UE, NHPT, BBT i EA	Tot i que la RV a la TC proporciona un gran efecte en la intervenció, els investigadors consideren que les dades no són suficients per a extreure conclusions.
Li C <i>et al.</i> , 2021 ³⁸	N=30 GC: n=15 GI: n=15	LI: Hospital D: 2 setm. F: 60', 5s/setm	RV (30') i TO (30')	TO (60')	A l'inici i al final. FMA-UE, ARAT, PMM i EB.	La RHB basada en la combinació de RV i TO va ser més efectiva que la TO convencional per millorar la funció motora de les EESS.

Taula 4. Característiques dels estudis

Abreviatures: ACV: Accident Cerebrovascular; ARAT: Action Seeking Arm Test; AROM: Active Range of Motion; AVD: Activitats de la Vida Diària; BBT: Box and Block Test; COPM: Canadian Occupational Performance Measure; EA: Escala Ashworth; EB: Estadi de Brunnstrom; EESS: Extremitats Superiors; EMS: Escala Motora Superior; EVA: Escala Visual Analògica; FC: Fisioteràpia Convencional; FIM: Functional Independence Measure; FMA: Escala Fugl-Meyer Assessment; FMA-UE: Escala Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity; FTHUE: Functional Test for the Hemiplegic Upper Extremity; GC: Grup Control; GI: Grup d'Intervenció; HGS: Hand Grip Strength; IBM: Índex de Barthel Modificat; JTHFT: Jebsen Taylor Hand Function Test; K-MoCA: Korean Montreal Cognitive Assessment; KMMSE: Korean Mini-Mental State Examination; MAL: Motor Activity Log; MFT: Manual Function Test; MoCA: Montreal Cognitive Assessment; MRCSMS: Medical Research Council Scale for Muscle Strength; NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale; NHPT: Nine Hole Peg Test; PASS: Postural Assessment Scale for Stroke; PMM: Prova Muscular Manual; PNF: Facilitació Neuromuscular Propioceptiva; PRPS: Pittsburgh Rehabilitation Participation Scale; RHB: Rehabilitació; RV: Realitat Virtual; RV-E: Realitat Virtual Específica; SIS: Stroke Impact Scale; SSEQ: Stroke Self-Efficacy Questionnaire; TC: Teràpia Convencional; TO: Teràpia Ocupacional; UV: Universitat de València; WMFT: Wolf Motor Function Test.

4.3. Anàlisi de la qualitat metodològica dels estudis

La qualitat metodològica dels estudis ha estat avaluada segons les variables aleatorització, ocultació de l'assignació, cec en l'aplicació de la intervenció, diferències entre grups, cec en la participació, cec en els avaluadors, abandonaments i resultats. Depenent del compliment de les variables s'ha establert com risc de biaix alt (es compleixen de 0 a 2 variables), risc de biaix moderat (es compleixen de 3 a 5 variables) i risc de biaix (es compleixen 6 o més variables).

A continuació es mostra una taula on s'analitza la qualitat metodològica dels estudis seleccionats:

Estudi	Aleatorització	Ocultació assignació	Cec participants	Cec aplicació intervenció	Diferències entre grups	Cec avaluadors	Abandonaments	Resultats	
Park YS <i>et al.</i> , 2021 ¹	+	+	?	?	+	?	-	+	Risc de biaix moderat
Long Y <i>et al.</i> , 2020 ²	+	+	+	?	?	+	-	?	Risc de biaix moderat
Oh YB <i>et al.</i> , 2019 ³	+	+	+	-	+	-	-	+	Risc de biaix baix
Keller J <i>et al.</i> , 2020 ⁴	+	+	?	?	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Rodríguez- Hernández MI <i>et al.</i> , 2023 ⁵	+	?	-	+	?	+	?	+	Risc de biaix moderat
Bai Y <i>et al.</i> , 2022 ⁶	+	?	?	?	+	?	-	+	Risc de biaix moderat
Huang CY <i>et al.</i> , 2022 ⁷	+	+	+	+	-	+	-	+	Risc de biaix baix
Llorens R <i>et al.</i> , 2021 ¹⁰	+	+	+	-	+	-	-	+	Risc de biaix moderat
Norouzi- Gheidari N <i>et al.</i> , 2021 ¹¹	+	+	?	+	+	+	-	+	Risc de biaix baix
Hung JW <i>et al.</i> , 2019 ¹²	+	+	?	?	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Chen L <i>et al.</i> , 2022 ¹³	+	+	+	-	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Park M <i>et al.</i> , 2019 ¹⁵	+	+	+	-	+	-	-	+	Risc de biaix baix
Brunner I <i>et al.</i> , 2014 ²⁰	+	+	?	?	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Saposnik G <i>et al.</i> , 2016 ²⁵	+	+	+	-	-	-	+	+	Risc de biaix baix
Velmurugan G <i>et al.</i> , 2023 ²⁶	+	+	?	?	+	+	+	+	Risc de biaix baix

Lin R <i>et al.</i> , 2020 ²⁷	+	+	+	?	+	?	-	+	Risc de biaix baix
Marques-Sule E <i>et al.</i> , 2021 ²⁸	+	+	+	-	+	-	-	+	Risc de biaix baix
Hsu HY <i>et al.</i> , 2022 ²⁹	+	+	+	?	+	-	-	+	Risc de biaix baix
Chen J <i>et al.</i> , 2023 ³⁰	+	+	+	+	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Abd El-Kafy EM <i>et al.</i> , 2022 ³¹	+	-	-	-	?	+	+	+	Risc de biaix moderat
Anwar N <i>et al.</i> , 2022 ³²	+	-	-	-	+	+	?	+	Risc de biaix moderat
Ain QU <i>et al.</i> , 2021 ³³	+	-	-	-	+	+	?	+	Risc de biaix moderat
El-Kafy EMA <i>et al.</i> , 2021 ³⁴	+	-	-	-	?	+	?	+	Risc de biaix moderat
Junior VADS <i>et al.</i> , 2019 ³⁵	+	+	-	-	+	+	+	+	Risc de biaix baix
Gueye T <i>et al.</i> , 2020 ³⁶	+	-	-	-	?	-	?	+	Risc de biaix alt
Salvalaggio S <i>et al.</i> , 2022 ³⁷	+	+	+	+	?	+	?	+	Risc de biaix baix
Li C <i>et al.</i> , 2021 ³⁸	+	+	-	-	+	+	+	+	Risc de biaix baix

Taula 5. Risc de biaix

4.4. Anàlisi de la qualitat metodològica dels estudis

Els 27 estudis analitzats són tots assajos clínics dels quals 21 són de cegament simple,^{1,3,4-6,10,12,15,20,25-29,31-36,38} que vol dir que només ha estat cegat un dels components de l'estudi, ja siguin els participants, els investigadors i els avaluadors i 6 són de doble cec.^{2,7,211,13,30,37} Els articles seleccionats presenten una mostra d'entre N=26 i N=152.

4.5. Anàlisi dels diferents estudis

4.5.1. Característiques del programa

Ubicació: Respecte la ubicació on es realitzen els tractaments, hem trobat que: un 63% es realitzen en hospitals, un 7% en ambulatoris, un 7% en clíniques de fisioteràpia i un 4% de forma combinada en hospitals i ambulatoris. El 19% restant no especifiquen on es duu a terme el tractament.

Teràpia: Pel que fa a les teràpies que es duen a terme, en el 33% dels estudis es realitza teràpia ocupacional (TO), en el 48% dels casos es realitza fisioteràpia convencional i en el 15% es combina TO i fisioteràpia convencional i, en alguns estudis també s'hi afegeix l'acupuntura. El tractament amb RV inclou diversos tipus d'aquesta, des de màquines més avançades en RV fins a videoconsoles.

Durada i freqüència: La durada total de les sessions i el nombre de sessions es variat entre els diferents assajos clínics. La duració més freqüent és de 4 setmanes^{1,11,15,20,27,28,37} que correspon al 25%, la segona duració més freqüent és de 6 setmanes,^{3,26,32} 3 setmanes^{2,5,36} i 2 setmanes^{13,30,38} amb un 11% cada una. La resta d'estudis varien de les 8 a les 12 setmanes o no especifica la durada. (40%). El nombre de sessions que més és repeteix és 10 sessions,^{4,6,13,25,38} seguit de 20 sessions.^{15,20,27,37} La durada mitjana de les sessions és de 59 min/sessió.

Durada	Freqüència	
	Temps	Nº de sessions
2 setmanes ^{13,30,38}	30 min/dia ^{3,12,30}	36 sessions ³⁴
3 setmanes ^{2,5,36}	45 min ³⁶	30 sessions ²⁶
4 setmanes ^{1,15,20,27,28,37}	50 min ³⁵	25 sessions ¹⁰
6 setmanes ^{3,26,32}	60 min/dia ^{6,7,10,13,15,20,25,32,37,38}	24 sessions ¹²
8 setmanes ³⁵	45-90 min/dia ²	20 sessions ^{15,20,27,37}
9 setmanes ²⁹	2 hores ³⁴	18 sessions ^{3,29,32}
10 setmanes ^{4,6}	150 min/dia ⁵	16 sessions ^{7,35}
12 setmanes ^{12,34}		15 sessions ^{2,5}
		12 sessions ^{30,34,36}
		10 sessions ^{4,6,13,25,38}
		8 sessions ²⁸

Taula 6. Durada i freqüència del tractament

4.5.2. Instruments de mesura

Quan parlem de valoració dels pacients amb AVC, ens trobem amb una gran diversitat d'instruments de mesura. En els articles seleccionats, el més utilitzat és l'Escala Fugl-Meyer Assessment (FMA)^{1,7,10,15,30,32,33,35} i la seva variant específica per a EESS, l'Escala Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity (FMA-UE)^{2,3,5,11,13,25,26,28,29,36,37} També veiem força repetit l'Índex de Barthel Modificat (IBM)^{1,6,15,27,28} o el Wolf Motor Function Test (WMFT)^{10,12,15,31,34} Altres instruments de mesura repetits són l'Escala Ashworth (EA) o l'Action Seeking Arm Test (ARAT).

4.5.3. Resum dels resultats dels estudis analitzats

Realitat virtual combinada amb teràpia convencional

La gran majoria d'estudis seleccionats que utilitzen la combinació de RV i teràpia convencional presenten bons resultats, independentment de si el sistema de RV és específic o no específic. En l'estudi de YS Park *et al.*¹ es va realitzar un programa de rehabilitació (RHB) amb un dispositiu de RV específica portàtil per a la funció de les extremitats superiors, les AVD i l'adherència en la RHB en pacients amb ictus en fase aguda. El grup intervenció (GI), que combinava l'ús del dispositiu amb teràpia convencional, va obtenir una millora estadísticament significativa en la funció de la mà, el rendiment de les AVD, i l'adherència en RHB; respecte al grup control (GC), que només realitzava teràpia convencional.

Long *et al.*² van concloure que no hi havia resultats estadísticament significatius respecte a la millora de puntuació en l'escala FMA-UE, tot i que la funció motora de les EESS va millorar en ambdós grups estudiats. Per contra, en l'IBM sí que es va mostrar una diferència estadísticament significativa entre el GI i el GC, concloent que l'entrenament amb RV pot usar-se com a eina per a millorar la independència en les AVD en pacients amb ACV en relació a la reducció del risc de caigudes.

Segons El-Kafy *et al.*,³⁴ la RV a les sessions de RHB manté al pacient motivat i independent. Huang *et al.*⁷ creuen que cada vegada s'ofereix al fisioterapeuta més eines de RV diverses, les quals es poden ajustar al pacient més específicament. Park *et al.*¹⁵ afirmen que ajuden a la seva valoració amb escales. També redueixen la càrrega de treball del professional i els recursos de personal, segons Hung *et al.*¹² i El-Kafy *et al.*³¹.

L'ús de la RV és una estratègia de neurorehabilitació innovadora després de l'ictus, perquè gràcies a controladors tàctils (comandaments) promou la recuperació de les EESS i la funció cognitiva dels pacients alhora de sotmetre's a estímuls i tasques diverses, segons l'estudi de Oh *et al.*³.

Norouzi-Gheidari *et al.*¹¹ van dissenyar la intervenció de RHB personalitzada de les extremitats superiors (SUPER), que combinava robòtica, activitats de RV i estimulació elèctrica neuromuscular, indicant que és factible i pot ser beneficiós per millorar la funció de les EESS en persones amb deficiències moderades a greus a causa d'un ictus.

Tant Chen *et al.*¹³ com Salvalaggio *et al.*³⁷ contemplen que la millora del grup experimental pot venir donada per l'augment de dosi de teràpia, ja que els grups investigats també realitzen fisioteràpia convencional. L'ús d'un sol tipus de *feedback* no és suficient en un entorn clínic que ofereix estímuls multimodals, i no altera l'aprenentatge motor. S'haurien d'investigar més tipus de retroalimentació (p.e. visual, auditiva, haptica, professor virtual...) i comparar-les.³⁷

Segons els resultats de Li *et al.*³⁸ en els tests de valoració FMA-UE i l'ARAT es van mostrar en el grup tractat amb RV millores estadísticament significatives en comparació amb el grup control, la RHB combinada de tractament convencional i RV és més efectiva per a millorar els resultats tant de la funció de les EESS com la funció cognitiva en comparació a el tractament convencional sol. A més, en el seu estudi es proposa una opció de tractament amb el telèfon mòbil, que és de baix cost i fàcil de fer servir, facilitant-ne l'ús per a RHB domiciliària.

Llorens *et al.*¹⁰ comparen l'ús de teràpia combinada amb estimulació transcranial de corrent continu i RV, i 30 minuts de tractament convencional amb un grup control (que va rebre exclusivament tractament convencional) i van observar una millora estadísticament significativa en la funció motora (i efectes sensorials similars) en comparació amb el grup control.

Hsu *et al.*²⁹ conclouen que la incorporació de la teràpia mirall dins d'un sistema de RV sembla tenir efectes estadísticament significatius en la restauració de la funció motora de les EESS en pacients amb ictus crònic. Tanmateix, es necessiten més estudis de confirmació per a l'evidència d'afegir RV a teràpia mirall.

Saposnik *et al.*²⁵ avaluen la RV com a teràpia complementària a la RHB convencional i conclouen que no és més favorable a una intervenció amb activitats recreatives senzilles. Es suggereix que el tipus de tasca que s'utilitza en la RHB motora després de l'ictus podria ser menys rellevant, sempre que sigui prou intensiva i específica de la tasca. Les activitats recreatives senzilles, de baix cost i àmpliament disponibles (*Nintendo Wii*) poden ser tan efectives com les innovadores tecnologies de RV no immersiva. Marques-Sule *et al.*²⁸ també van utilitzar la *Nintendo Wii* com a eina de RV, però en el seu estudi van obtenir resultats de millora estadísticament significatius en quant a funcionalitat, equilibri i la realització de AVD.

L'estudi de Keller *et al.*⁴ mostra canvis positius estadísticament significatius en la funció motora (l'extensió de canell, la flexió de colze i la força de prensió), veient viable la incorporació de la RV dins dels programes de RHB tant en la fase aguda, en la fase subaguda i en la RHB ambulatoria.

Rodríguez-Hernández *et al.*⁵ comparen el tractament convencional (grup control) i la combinació entre la RV específica a més del tractament convencional (grup investigat), i no obtenen resultats estadísticament significatius sobre la millora del moviment voluntari i l'espasticitat amb pacients d'ACV subagut, tot i que fan èmfasi en que ambdós aspectes milloren en el grup investigat.

Park *et al.*¹⁵ afirmen que una RHB basada en RV que incorpora exercicis de moviment pla podria ser un enfocament de RHB fàcil d'utilitzar no només pels canvis estadísticament significatius observats a la funció de l'extremitat superior i l'Active Range of Motion (AROM), sinó també per a la qualitat de vida. A més, les avaluacions fàcilment aplicables, correlacionades amb escales clíniques i associades amb un període de temps curt, poden ampliar i donar suport al paper de la RV en la RHB.

Ei-Kafy *et al.*³⁴ afirmen amb resultats estadísticament significatius en quant a la precisió dels moviments, que en pacients d'AVC crònic és més eficaç un tractament combinant RV amb tractament convencional, que no pas el tractament convencional de manera aïllada. La RV permet als pacients practicar de manera independent tasques difícils en ambients motivadors, la qual cosa permet que el subjecte es concentri més i tingui control sobre l'entorn, augmentant així la precisió en espai i temps. A més el terapeuta pot incrementar o disminuir la dificultat dels moviments.

Huang *et al.*⁷ van avaluar els efectes d'una intervenció immersiva basada en RV de l'entrenament motor en pacients amb ictus crònic. Els resultats van indicar que les aplicacions comercials de RV mostren millores estadísticament significatives en quant a les escales de valoració FMA i AROM, podent així oferir als terapeutes diverses opcions de tractament amb sistemes de RV diferents, per pacients d'ictus, ja que són efectives i segures sota la guia de terapeutes ocupacionals.

Lin *et al.*²⁷ proposen que un programa posterior a l'ictus que inclou tant la RHB primerenca com l'entrenament amb RV té un benefici estadísticament significatiu en relació amb l'estat d'ànim i la força muscular a l'alta que no pas la RHB primerenca sola. Per tant, s'ha de considerar un programa de RHB física primerenca que inclogui entrenament amb RV per a pacients hospitalitzats amb ictus agut per a la seva implementació en entorns clínics.

Realitat virtual com a únic tractament

L'estudi de Chen *et al.*¹³ mostra millores significatives tant en el FMA-UE com en l'ARAT en ambdós grups, però estadísticament significatives en el grup tractat amb RV respecte al GC. Per tant, conclou que la intervenció amb RV és superior a la teràpia convencional per a millorar el procés neuronal cognitiu d'anticipació motora, els quals es van corroborar amb les millores de la funció observades a la mà. Els estudis de Velmurugan *et al.*²⁶, Ain *et al.*³³ i Junior *et al.*³⁵ també van obtenir resultats estadísticament significatius millors per millorar la funció motora FMA-UE en pacient amb ictus. Ain *et al.*³³ afirmen que ens estudis següents caldria especificar la dosi de tractament i en quin punt de la rehabilitació incorporar-ho.

Chen *et al.*³⁰ demostren amb dades estadísticament significatives que la millora de la AROM té relació amb un augment de la matèria gris en les zones motores i premotors del hemisferi afectat, indicant canvis en la plasticitat estructural del cervell. A més Anwar *et al.*³² afirmen que la RV és una manera prometedora de proporcionar més estímuls durant el tractament però encara falten més estudis. També Gueye *et al.*³⁶ es sumen amb resultats estadísticament significatius que afirmen que la RV pot ser un bon complement a la fisioteràpia tradicional per al tractament precoç de l'AVC, ja que s'evidencia la millora de la funció de l'extremitat parètica en els subjectes del grup investigat respecte als del GC.

Brunner *et al.*²⁰ conclouen que la RHB amb sistema de RV millora la funció motora de la EESS en pacients supervivents d'ACV gràcies al caràcter lúdic, la intensitat i la retroalimentació que proporciona.

5. DISCUSSIÓ

5.1. Importància de la fisioteràpia per a l'AVC

La RHB amb fisioteràpia i TO després d'un ictus és imprescindible¹⁰ ja que el deteriorament motor és la complicació més comuna d'un AVC.⁸ Aquests dèficits estan associats amb la disminució de la qualitat de vida, dificultant la realització AVD.^{1-3,5,7,9,10-13}

Aproximadament un 80% de les persones amb ictus experimenten una hemiparèsia de les EESS que condueixen a deterioraments crònics com debilitat, edema, pèrdua del control motor, dolor i espasticitat.¹¹ La RHB pretén aconseguir promoure la plasticitat adaptativa a través de l'entrenament motor intensiu, reduint els dèficits motors i desenvolupant noves estratègies d'aprenentatge motor.⁹ S'ha demostrat que la RHB basada en exercicis de repetició mostren millores mesurables en la funció motora en persones amb hemiparèsia de les EESS.¹⁹ Per altra banda, la RHB neurològica és un factor a tenir en compte per a la salut pública, ja que, les malalties neurològiques tenen una gran incidència en la població.¹⁶

5.2. Beneficis de la realitat virtual en fisioteràpia per AVC

Els resultats d'aquest estudi demostren que la RV genera una millora estadísticament significativa de la funció motora de les EESS amb la FMA-UE^{1-3,5-7,10-13,15,25,26,28-30,32,33,35-38} i de les AVD amb l'IBM.^{1,6,15,27,28} L'aplicació de RV no substitueix en cap cas la RHB convencional. En els estudis en que la RV s'ha aplicat independentment^{13,20,26,30,32,33,35,36} no han obtingut resultats clars. En canvi, els estudis en que la RV s'ha utilitzat de forma combinada amb la teràpia convencional s'ha vist de forma generalitzada una millora estadísticament significativa del grup tractat respecte al GC.^{1-7,10-12,15,25,27-29,31,34,37,38}

La RV augmenta l'adherència al tractament, ja que permet al pacient practicar les tasques individualment i d'una forma lúdica i motivadora, fent així que es centri més i gràcies a la retroalimentació que proporciona.^{1,3,20,25,28,34} També hi ha un estudi que afirma que el tractament amb RV millora l'estat d'ànim.²⁷ Respecte al cost no hi ha una resposta clara. Els sistemes de RV poden variar molt de preu. Hem trobat sistemes de baix cost³⁸, el que facilita l'obtenció d'aquests i és, per tant, un benefici per a la salut pública i sistemes d'un cost elevat i els investigadors recomanen esperar al desenvolupament de la tecnologia per a que estigui més avançada i es puguin trobar millors sistemes de RV a un cost més baix.⁶ Finalment, l'ús de la RV de baix cost pot permetre adquirir-la als pacients i facilitar la RHB domiciliària³⁸, disminuint així la càrrega de treball dels fisioterapeutes (que realitzarien una supervisió del pacient) i la ràtio de pacients per hora.¹²

5.3. Seguretat i aplicabilitat

Totes les teràpies dels estudis analitzats en aquesta revisió han demostrat ser segures i beneficioses pels pacients. Cap d'elles ha presentat efectes adversos durant les intervencions realitzades.

5.4. Limitacions

Principalment hi ha hagut una limitació a l'hora de comparar els resultats dels estudis, ens ha causat una dificultat afegida el fet que hi havia molta varietat de tècniques utilitzades amb la RV, ja fos de manera conjunta o separada amb diferents grups estudiats; a l'igual que hi ha hagut diferències en el nombre de setmanes que ha durat cada intervenció i la metodologia d'aquestes.

Per altra banda, tant la mida de les mostres dels diferents estudis, com la pròpia edat dels participants ha sigut molt variada, i en la majoria dels estudis no s'ha fet un seguiment exhaustiu dels casos, la qual cosa qüestiona l'evidència científica dels resultats obtinguts.

Pràcticament tots els assajos clínics aleatoritzats que hem utilitzat per aquesta revisió han sigut de cec simple, és a dir, o bé el subjecte sobre qui s'ha realitzat l'estudi no coneixia de quin grup formava part, o bé no ho sabia l'investigador o avaluador. En pocs casos hem trobat estudis en els quals ambdós subjectes (investigador i investigat) no sabessin quin era el grup control o el grup investigat, la qual cosa augmenta el risc de biaix d'aquesta revisió.

Per últim, cal remarcar que els resultats d'aquest estudi es poden veure influïts per la nostra manca d'experiència alhora de realitzar revisions sistemàtiques amb la metodologia adequada.

5.5. Línies futures

De cara al futur seria interessant:

- Valorar la millora a llarg termini produïda pel tractament amb RV per pacients d'AVC, per a conèixer l'impacte real generat en la qualitat de vida dels subjectes.
- Realitzar estudis amb mostres més àmplies i homogènies, per tal d'observar l'efecte que causa l'aplicació de la RV de manera fiable i contrastada.
- Veure si hi ha diferència de resultats en pacients subaguts i crònics per al mateix tractament.
- Dissenyar nous estudis que valoressin l'adaptabilitat del tractament amb RV al domicili de manera autònoma, tenint en compte tant els aspectes tècnics com econòmics que suposarien per als propis pacients o per al sistema sanitari de cada país.

6. CONCLUSIONS

En relació als objectius que hem definit prèviament les conclusions d'aquesta revisió sistemàtica són:

- En relació al objectiu general:
 - La teràpia de RV és una tècnica efectiva per a millorar el rang de mobilitat, la força muscular i la funcionalitat de la extremitat superior parètica post-ictus. El seu ús és viable en combinació amb la teràpia convencional, aportant un afegit però sense poder ser substituïda d'aquesta.

- En referència als objectius específics:
 - La RV juntament amb la teràpia convencional millora els resultats de les variables força muscular i funcionalitat de la extremitat superior envers només l'aplicació de teràpia convencional.
 - Els resultats de la majoria dels estudis que comparen l'ús de teràpia convencional amb RV i l'aplicació únicament de teràpia convencional afirmen que el grup que utilitza les dues teràpies presenta millores significatives sobretot en les variables de força muscular i funcionalitat.
 - La RV no mostra millores estadísticament significatives en la mobilitat articular.
 - La RV millora l'adherència al tractament. Si s'aplica de forma combinada, amb la teràpia convencional, la millora de l'adherència podria optimitzar els resultats dels tractaments.
 - En referència a la viabilitat econòmica no en podem extreure una conclusió clara ja que existeixen diferents dispositius i formes de RV i n'hi han de diferents nivells d'assequibilitat.

7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

1. Park YS, An CS, Lim CG. Effects of a Rehabilitation Program Using a Wearable Device on the Upper Limb Function, Performance of Activities of Daily Living, and Rehabilitation Participation in Patients with Acute Stroke. *Int J Environ Res Public Health*. 21 maig 2021;18(11):5524.
2. Long Y, Ouyang R ge, Zhang J qi. Effects of virtual reality training on occupational performance and self-efficacy of patients with stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 13 desembre 2020;17(1):150.
3. Oh YB, Kim GW, Han KS, Won YH, Park SH, Seo JH, et al. Efficacy of Virtual Reality Combined With Real Instrument Training for Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. agost 2019;100(8):1400-8.
4. Keller J, Štětkářová I, Macri V, Kühn S, Pětioký J, Gualeni S, et al. Virtual reality-based treatment for regaining upper extremity function induces cortex grey matter changes in persons with acquired brain injury. *J Neuroeng Rehabil*. 12 desembre 2020;17(1):127.

5. Rodríguez-Hernández M, Polonio-López B, Corregidor-Sánchez AI, Martín-Conty JL, Mohedano-Moriano A, Criado-Álvarez JJ. Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil.* 4 abril 2023;20(1):38.
6. Bai Y, Liu F, Zhang H. Artificial Intelligence Limb Rehabilitation System on Account of Virtual Reality Technology on Long-Term Health Management of Stroke Patients in the Context of the Internet. *Comput Math Methods Med.* 23 maig 2022;2022:1-7.
7. Huang CY, Chiang WC, Yeh YC, Fan SC, Yang WH, Kuo HC, et al. 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.* 11 gener 2022;22(1):21.
8. Yao X, Cui L, Wang J, Feng W, Bao Y, Xie Q. Effects of transcranial direct current stimulation with virtual reality on upper limb function in patients with ischemic stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 15 desembre 2020;17(1):73.
9. Errante A, Saviola D, Cantoni M, Iannuzzelli K, Zicarelli S, Togni F, et al. Effectiveness of action observation therapy based on virtual reality technology in the motor rehabilitation of paretic stroke patients: a randomized clinical trial. *BMC Neurol.* 22 desembre 2022;22(1):109.
10. Llorens R, Fuentes MA, Borrego A, Latorre J, Alcañiz M, Colomer C, et al. Effectiveness of a combined transcranial direct current stimulation and virtual reality-based intervention on upper limb function in chronic individuals post-stroke with persistent severe hemiparesis: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 1 desembre 2021;18(1):108.
11. Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Monte-Silva K, Kairy D, Sveistrup H, Trivino M, et al. Feasibility and preliminary efficacy of a combined virtual reality, robotics and electrical stimulation intervention in upper extremity stroke rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 14 desembre 2021;18(1):61.
12. Hung JW, Chou CX, Chang YJ, Wu CY, Chang KC, Wu WC, et al. 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.* octubre 2019;55(5).

13. Chen L, Chen Y, Fu W Bin, Huang DF, Lo WLA. The Effect of Virtual Reality on Motor Anticipation and Hand Function in Patients with Subacute Stroke: A Randomized Trial on Movement-Related Potential. *Neural Plast.* 24 gener 2022;2022:1-14.
14. Zondervan DK, Friedman N, Chang E, Zhao X, Augsburg R, Reinkensmeyer DJ, et al. Home-based hand rehabilitation after chronic stroke: Randomized, controlled single-blind trial comparing the MusicGlove with a conventional exercise program. *J Rehabil Res Dev.* 2016;53(4):457-72.
15. Park M, Ko MH, Oh SW, Lee JY, Ham Y, Yi H, et al. Effects of virtual reality-based planar motion exercises on upper extremity function, range of motion, and health-related quality of life: a multicenter, single-blinded, randomized, controlled pilot study. *J Neuroeng Rehabil.* 24 desembre 2019;16(1):122.
16. de Crignis AC, Ruhnau ST, Hösl M, Lefint J, Amberger T, Dressnandt J, et al. Robotic arm training in neurorehabilitation enhanced by augmented reality – a usability and feasibility study. *J Neuroeng Rehabil.* 12 agost 2023;20(1):105.
17. Lee MM, Lee KJ, Song CH. Game-Based Virtual Reality Canoe Paddling Training to Improve Postural Balance and Upper Extremity Function: A Preliminary Randomized Controlled Study of 30 Patients with Subacute Stroke. *Medical Science Monitor.* 27 abril 2018;24:2590-8.
18. Aguilera-Rubio Á, Alguacil-Diego IM, Mallo-López A, Jardón Huete A, Oña ED, Cuesta-Gómez A. Use of low-cost virtual reality in the treatment of the upper extremity in chronic stroke: a randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil.* 22 gener 2024;21(1):12.
19. Nataraj R, Hollinger D, Liu M, Shah A. Disproportionate positive feedback facilitates sense of agency and performance for a reaching movement task with a virtual hand. *PLoS One.* 20 maig 2020;15(5):e0233175.
20. Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Strand LI, Becker F, Sanders AM, et al. Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES): study protocol for a randomized controlled multicenter trial. *BMC Neurol.* 28 desembre 2014;14(1):186.
21. Shin JH, Kim MY, Lee JY, Jeon YJ, Kim S, Lee S, et al. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 24 desembre 2016;13(1):17.

22. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* setembre 2021;74(9):790-9.
23. NHS National Institute for Health Research [Internet]. [citad 27 març 2024]. PROSPERO International prospective register of systematic review. Disponible a: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/#searchadvanced>
24. Higgins J, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page M, et al. Cochrane. 2023 [citad 31 març 2024]. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.4 (updated August 2023). Disponible a: www.training.cochrane.org/handbook
25. Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S, Ploughman M, Cheung D, et al. Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol.* setembre 2016;15(10):1019-27.
26. Velmurugan G, Viswanath S, Andrews Milton J. Effectiveness of Virtual Reality Training on Upper Limb Motor Function in Stroke Patient's: A Randomized Control Trial. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy - An International Journal.* 21 juliol 2023;17(3):60-6.
27. Lin R, Chiang S, Heitkemper MM, Weng S, Lin C, Yang F, et al. Effectiveness of Early Rehabilitation Combined With Virtual Reality Training on Muscle Strength, Mood State, and Functional Status in Patients With Acute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Worldviews Evid Based Nurs.* 25 abril 2020;17(2):158-67.
28. Marques-Sule E, Arnal-Gómez A, Buitrago-Jiménez G, Suso-Martí L, Cuenca-Martínez F, Espí-López GV. Effectiveness of Nintendo Wii and Physical Therapy in Functionality, Balance, and Daily Activities in Chronic Stroke Patients. *J Am Med Dir Assoc.* maig 2021;22(5):1073-80.
29. Hsu HY, Kuo LC, Lin YC, Su FC, Yang TH, Lin CW. Effects of a Virtual Reality-Based Mirror Therapy Program on Improving Sensorimotor Function of Hands in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 28 juny 2022;36(6):335-45.
30. Chen J, Or CK, Li Z, Yeung EHK, Zhou Y, Hao T. Effectiveness, safety and patients' perceptions of an immersive virtual reality-based exercise system for poststroke upper

- limb motor rehabilitation: A proof-of-concept and feasibility randomized controlled trial. *Digit Health*. 26 gener 2023;9.
31. 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*. 1 abril 2022;11(2):93-103.
 32. Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Gilani SA, Khalid K, Aslam AS, et al. Virtual Reality Training Using Nintendo Wii Games for Patients With Stroke: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*. 13 juny 2022;10(2):e29830.
 33. Ain QU, Khan S, Ilyas S, Yaseen A, Tariq I, Liu T, et al. Additional Effects of Xbox Kinect Training on Upper Limb Function in Chronic Stroke Patients: A Randomized Control Trial. *Healthcare*. 24 febrer 2021;9(3):242.
 34. El-Kafy EMA, Alshehri MA, El-Fiky AAR, Guermazi MA. The Effect of Virtual Reality-Based Therapy on Improving Upper Limb Functions in Individuals With Stroke: A Randomized Control Trial. *Front Aging Neurosci*. 2 novembre 2021;13.
 35. Junior VA dos S, Santos M de S, Ribeiro NM da S, Maldonado IL. Combining Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Virtual Reality for Improving Sensorimotor Function in Stroke Survivors: A Randomized Clinical Trial. *J Cent Nerv Syst Dis*. 25 gener 2019;11:117957351986382.
 36. Gueye T, Dedkova M, Rogalewicz V, Grunerova-Lippertova M, Angerova Y. Early post-stroke rehabilitation for upper limb motor function using virtual reality and exoskeleton: equally efficient in older patients. *Neurol Neurochir Pol*. 28 febrer 2021;55(1):91-6.
 37. Salvalaggio S, Kiper P, Pregnolato G, Baldan F, Agostini M, Maistrello L, et al. Virtual Feedback for Arm Motor Function Rehabilitation after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare*. 23 juny 2022;10(7):1175.
 38. Li C, Song X, Chen S, Wang C, He J, Zhang Y, et al. Long-term Effectiveness and Adoption of a Cellphone Augmented Reality System on Patients with Stroke: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*. 23 novembre 2021;9(4):e30184.