

Rehabilitació de l'extremitat superior en pacients amb ictus crònic mitjançant Realitat Virtual: Revisió Sistemàtica.

*Rehabilitation of the upper limb in chronic stroke
patients with Virtual Reality: A Systematic Review.*

Autores: Mireia Jolis Rosell i Marta Pradell Grané

Tutora: Esther Marco Navarro

4t curs de Fisioteràpia,

Universitat Autònoma de Barcelona

Maig del 2015

ÍNDEX

1. Resum	Pàgina 2
2. Introducció	Pàgina 3
3. Metodologia	Pàgina 4
4. Resultats	Pàgina 7
5. Discussió	Pàgina 14
6. Conclusions	Pàgina 17
7. Bibliografia	Pàgina 18
8. Annexes.....	Pàgina 21

RESUM

Introducció: L'ictus representa una de les principals causes de discapacitat en l'adult, comportant una disminució del nivell d'independència de la persona i la qualitat de vida. La Realitat Virtual (RV) és una teràpia que utilitza la tecnologia per a simular un entorn real generat per un ordinador, permetent la interacció i immersió de la persona dins un ambient simulat, mentre es rep un *feedback* sensorial multimodal. L'objectiu d'aquesta revisió sistemàtica és comprovar l'evidència de la realitat virtual en la rehabilitació funcional de l'extremitat superior en pacients que han patit un ictus, en la fase crònica de la malaltia.

Metodologia: Els criteris d'inclusió de la revisió han sigut pacients amb ictus crònics, extremitat superior afectada i rehabilitació amb RV, en assajos clínics aleatoritzats posteriors al 2009.

Resultats: Es van obtenir dotze articles els quals es van analitzar principalment segons les variables motores, de qualitat de vida i motivació avaluades per escales i tests estandaritzats.

Discussió: El més important a destacar és la presència d'un *feedback* constant en el programa pel pacient i adaptar les tasques plantejades amb la RV per extrapolar-les al dia a dia del pacient.

Conclusions: La RV té un impacte positiu en la recuperació dels pacients amb ictus: indueix canvis corticals amb repercussions en la funció motora, motiva al pacient,

proporciona un *feedback* constant i pot contribuir a una descàrrega dels centres de rehabilitació.

Paraules clau: ictus, realitat virtual, rehabilitació

ABSTRACT

Introduction: Stroke is one of the leading causes of disability in adults, decreasing independence levels and quality of life. Virtual Reality (VR) is a therapy that uses technology to simulate a real environment created by a computer, allowing interaction and immersion of the person into a virtual simulated environment, getting a sensorial and multimodal feedback. The aim of this systematic review is to check the evidence of the virtual reality therapy for the functional rehabilitation of the upper limb in chronic stroke patients.

Methods: inclusion criteria of the revision were the followings: chronic stroke patients, impaired upper limb and VR therapy as treatment, in randomized clinical trials published after 2009.

Results: twelve articles were recruited for the systematic review. The principal outcomes analyzed were motor function, quality of life and motivation assessed by standardized scales and tests.

Discussion: The most important items for a VR program are the inclusion of a constant feedback and adjusting the virtual tasks to the daily living of patients.

Conclusion: The VR therapy has a positive impact for the recovery of stroke patients:

induces cortical changes improving motor function, motivates the patient, provides a constant feedback and it could help the rehabilitation centres to decrease the number of patients.

Key words: stroke, virtual reality, rehabilitation

INTRODUCCIÓ

L'ictus es defineix com un trastorn temporal o permanent a la zona del parènquima encefàlic, secundari a una alteració dels vasos sanguinis cerebrals, ja sigui de causa isquèmica o hemorràgica (1). Representa una de les principals causes de discapacitat en l'adult, deixant seqüeles com dèficits motors i/o sensorials, afàsia, espasticitat, dolor crònic, canvis emocionals i depressió (2,3). Tot això, comportarà una disminució del nivell d'independència de la persona i la qualitat de vida, tant del malalt, com del seu entorn (4). Es calcula que milions de persones arreu del món estan afectades per aquesta malaltia i que un 75% d'elles presentaran dèficits motors de l'extremitat superior. Als sis mesos després de l'accident, entre un 30 i un 66% encara tindran una extremitat superior no funcional (5-7), tot i que menys d'una tercera part acabaran realitzant algun tipus de teràpia (8).

Tot i que la gran part de la recuperació dels pacients es produeix durant els tres primers mesos després de l'ictus, nombrosos estudis han demostrat la capacitat de millora

després d'un entrenament en pacients que havien patit l'accident feia mesos o anys ja en la fase crònica de la patologia considerada com a tal, després de 6 mesos d'evolució, on hi ha una estabilització tant a nivell clínic com funcional (3,8,9).

La recuperació de la funció gràcies a la teràpia es deu a dos principis. El primer, la capacitat de plasticitat i adaptabilitat que presenta el sistema nerviós central; i el segon, la pràctica progressiva de les habilitats, sobretot si s'inclouen aspectes de l'atenció, motivació i xarxes d'aprenentatge (8). Per tal que la repetició d'un moviment doni la informació adequada al pacient, cal que vagi lligada a un *feedback* sensorial sobre el resultat de cada acció (2,10).

Els avenços científics actuals han permès millorar el nostre coneixement sobre les adaptacions genètiques, moleculars, fisiològiques, cel·lulars i de comportament que poden provocar millores de la funció. Actualment, noves teràpies basades en mecanismes de l'aprenentatge i la memòria, la neurogènesi i la regeneració axonal, així com l'augment dels neurotransmissors poden facilitar la recuperació dels pacients (8).

La Realitat Virtual (RV) és una teràpia que utilitza la tecnologia per a simular un entorn real generat per un ordinador, on el pacient pot interactuar amb certs elements, a través d'una interfase home-màquina. Permet la interacció i immersió de la persona dins un ambient simulat (3,10), a la vegada que

permet al pacient rebre un *feedback* sensorial multimodal (auditiu, visual, tàctil, propioceptiu o vestibular) al realitzar activitats funcionals (6,7). A més, es presenta com una teràpia motivant i atraient per als pacients (8), que els permetrà una major adherència i voluntat de treballar (6). Altres avantatges descrits són la possibilitat de controlar objectivament els paràmetres obtinguts, la capacitat d'adaptar l'activitat a les limitacions del pacient, la pràctica segura en entorns sense risc i la possibilitat de reduir la supervisió per part del terapeuta (10,11).

Tot i així, la falta d'evidència i d'estudis ben realitzats fa que es plantegin una sèrie de dubtes sobre si els moviments generats en entorns virtuals són equivalents als reals o sobre si aquestes habilitats podran transferir-se a entorns reals (10,12).

L'objectiu d'aquesta revisió sistemàtica és comprovar l'evidència de la realitat virtual en la rehabilitació funcional de l'extremitat superior en pacients que han patit un ictus, en la fase crònica de la malaltia. Així com conèixer diferents programes i destacar els elements més importants per poder assolir una millor funcionalitat.

METODOLOGIA

Per a l'obtenció dels articles inclosos en aquesta revisió es van establir els següents criteris d'inclusió: pacients amb ictus crònic (més de sis mesos d'evolució), extremitat

superior afectada i rehabilitació amb qualsevol programa de realitat virtual.

Per a fer la recerca dels articles de la revisió es van consultar les bases de dades següents durant el mes de febrer del 2015: PubMed, PEDro, Scielo, Cochrane, Scopus, Trip DataBase i Elsevier, recollides a la taula 1.

Taula 1. Bases de dades consultades

Bases de dades	Articles seleccionats
Pubmed	1
Pedro	8
Scielo	0
Cochrane	1
Scopus	2
Trip Database	0

Per fer la cerca es van establir unes variables com a paraules clau, mostrades a la taula 2, i les possibles combinacions entrades a cada base es poden veure a la taula 3.

Taula 2. Paraules clau utilitzades en la cerca bibliogràfica

Paraules clau		
Concepte	Ictus	Realitat virtual
Sinònims	AVC, ACV	Teràpia virtual, rehabilitació virtual
Traducció	<i>Stroke, CVA, Brain Vascular Accident, Cerebral Stroke</i>	<i>Virtual reality, virtual reality therapy, virtual therapy, gaming system</i>

(*) AVC: Accident Vascular Cerebral; ACV: Accident Cerebrovascular; CVA: *Cerebral Vascular Accident*

A cada base de dades, s'introdueixen les possibles combinacions de variables i es feia un primer filtre d'articles on es complís

que fossin assajos clínics aleatoritzats i posteriors al 2009 (cinc anys d'antiguitat).

Un cop arribat en aquest punt, es va fer un segon cribratge on es van eliminar tots aquells articles que segons títol i resum, no complien amb els criteris d'inclusió especificats anteriorment (pacients amb ictus crònic amb afectació de l'extremitat superior), aconseguint finalment un total de trenta-dos articles.

Taula 3. Estratègia de cerca

Possibles combinacions de variables
1. <i>Stroke + virtual reality</i>
2. <i>Stroke + virtual reality therapy</i>
3. <i>Stroke + virtual therapy</i>
4. <i>Stroke + gaming System</i>
5. <i>CVA +virtual reality</i>
6. <i>CVA + virtual reality therapy</i>
7. <i>CVA + virtual therapy</i>
8. <i>CVA + gaming system</i>
9. <i>Brain Vascular Accident + virtual reality</i>
10. <i>Brain Vascular Accident + virtual reality therapy</i>
11. <i>Brain Vascular Accident + virtual therapy</i>
12. <i>Brain Vascular Accident + gaming system</i>
13. <i>Cerebral Stroke + virtual reality</i>
14. <i>Cerebral Stroke + virtual reality therapy</i>
15. <i>Cerebral Stroke + virtual therapy</i>
16. <i>Cerebral Stroke + gaming system</i>
17. <i>Ictus + realidad virtual</i>
18. <i>Ictus + teràpia virtual</i>
19. <i>Ictus + rehabilitación virtual</i>
20. <i>Ictus + gaming System</i>
21. <i>AVC + realidad virtual</i>
22. <i>AVC + rehabilitación virtual</i>
23. <i>AVC + terapia virtual</i>
24. <i>AVC + gaming System</i>
25. <i>ACV + realidad virtual</i>
26. <i>ACV + terapia virtual</i>
27. <i>ACV + rehabilitación virtual</i>
28. <i>ACV + gaming System</i>

(*) CVA: *Cerebral Vascular Accident*; AVC: *Accident Vascular Cerebral*; ACV: *Accident Cerebrovascular*

D'aquests trenta-dos articles, només vint-i-nou estaven disponibles virtualment, els quals es van analitzar a text complet per les investigadores. Es van seleccionar per a la revisió els que tenien una qualitat metodològica de tres o més d'un total de 5 ítems segons l'escala Jadad per a assajos clínics aleatoritzats (annex). Passat aquest procés, finalment es van obtenir un total de dotze articles per a la realització d'aquesta revisió.

Tot el procés explicat anteriorment es pot veure resumit en el diagrama 1, i va estar sempre realitzat per dues investigadores independents, amb una correlació segons l'índex de Kappa de 0'94 (5'63/6).

Tota la bibliografia utilitzada durant tot el procés de recerca es va gestionar a través del programa Mendeley©.

Els resultats de la revisió es van analitzar segons les variables d'estudi agrupades a la taula 4. Pel que fa la funció motora global de l'extremitat superior, les escales més freqüentment utilitzades en els articles seleccionats van ser la *Fugl-Meyer Assessment Scale* (FMAS) i la *Wolf Motor Function Test* (WMFT). Altres escales usades pels investigadors per a avaluar l'activitat funcional, inclouen la *Reaching Performance Scale for Stroke* (RPSS), la *Motor Activity Log* (MAL), la *Motor Assessment Scale* (MAS), l'*Upper Limb Motricity Index* (ULMI), l'*Action Research Arm Test* (ARAT) i el *Rancho Functional Test* (RFT).

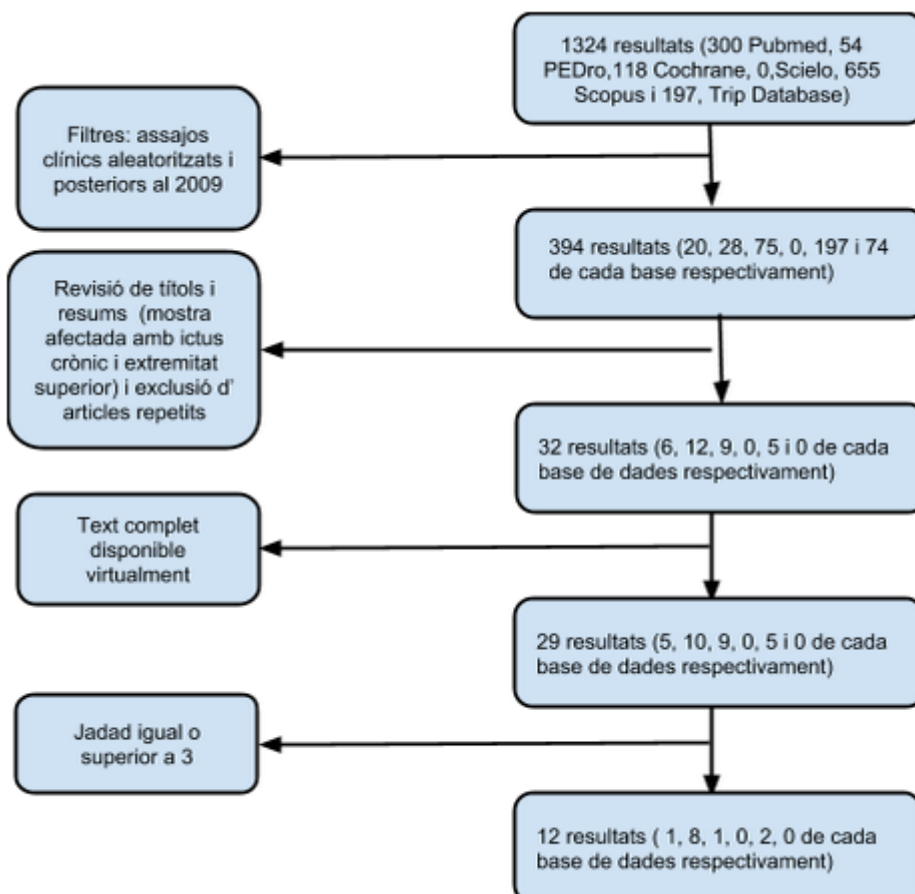
Per analitzar els resultats obtinguts en el tractament de la funció motora manual, les principals escales són la *Jebesen-Taylor Hand Function Test* (JTHFT) i el *Box and Blocks Test* (BBT). També s'utilitzen altres mesures com l'*AbilHand*, el *Manual Function Test* (MFT) i la mesura de la força manual.

L'experiència, la millora de la qualitat de vida i la motivació dels pacients des del seu punt de vista subjectiu, es mesura amb les següents escales, *Stroke Specific Quality of Life* (SSQOL), la *Stroke Impact Scale*

(SIS), l'*Intrinsic motivation inventory* (IMI) i qüestionaris d'opinió.

Altres ítems avaluats als articles han sigut els següents: l'espasticitat mesurada amb la *Modified Ashworth Scale* o bé amb el *Spasticity Index Score*, la sensibilitat avaluada amb el *Nothingham Sensory Assessment*, la percepció visual mesurada amb *Motor Free Visual Perception* i la independència funcional avaluada amb la *Functional Independence Measure* (FIM).

Diagrama 1. Model del procés de recerca



Taula 4. Variables de resultat utilitzades en els estudis seleccionats.

Funció motora		Qualitat de vida, opinió i motivació	Altres
Membre superior	Mà		
<i>Fugl-Meyer Assessment Scale</i>	<i>Manual Function Test</i> (Destresa manual)	<i>Stroke specific quality of life scale</i> (Qualitat de vida)	<i>Functional Independence Measure</i> (Mesura de la Independència funcional)
<i>Wolf motor function test</i>	<i>Jebsen-Taylor hand function test</i> (Funció manual en AVD)	<i>Stroke Impact Scale</i> (Qualitat de vida)	<i>Nothingham Sensory Assessment</i> (Funció sensitiva)
<i>Upper Limb Motricity Index</i> (Força global)	<i>Grip strength</i> (Força prènsil manual)	Qüestionari d'opinió (Experiència personal)	<i>Modified Ashworth scale</i> (Espasticitat)
<i>Action Research Arm Test</i>	<i>Box and Blocks test</i> (Grapa grollera)	<i>Intrinsic motivation inventory</i> (Motivació)	<i>Composite Spasticity Index</i> (Espasticitat)
<i>Rancho Functional Test</i>	<i>ABILHAND</i> (Funció manual en AVD)		<i>Motor Free Visual Perception</i> (Percepció visual)
<i>Motor Activity Log</i>			
<i>Reaching Performance Scale for Stroke</i>			
<i>Motor Assessment Scale</i> (Funció en AVD)			

(*) AVD: activitats de vida diària

RESULTATS

Els dotze articles d'aquesta revisió es resumeixen a la Taula 5. Els principals resultats s'han agrupat segons els canvis observats en les variables descrites a la taula 4.

La principal variable d'estudi analitzada als diferents articles és la funció motora, ja sigui de l'extremitat superior en general o bé de la funció manual, seguida de la qualitat de vida i de l'experiència viscuda pel pacient amb el tractament rebut, entre d'altres variables.

Funció motora de membre superior i la mà

Housman *et al* (13), van comparar un tractament amb RV amb l'ajuda d'una

ortesi de braç que desgrava l'extremitat amb teràpia convencional (TWREX) amb exercicis desgravats. Tots dos grups van mostrar millores semblants a les escales de mobilitat del braç, la FMAS, el RFT i la MAL. La principal diferència va ser el manteniment dels resultats de la FMAS als sis mesos de la teràpia en el grup assistit amb el TWREX. A més, el TWREX va mostrar més millora en la mobilitat de l'espatlla i al colze, mentre que el grup convencional va millorar més a l'avantbraç. Reinkensmeyer *et al* (14) al 2013, en un estudi similar utilitzant un braç pneumàtic capaç de calcular l'assistència exacta que necessita el pacient (Pneu-WREX), van mostrar resultats semblants a l'anterior amb puntuacions superiors en la FMAS en el

grup assistit amb el Pneu-WREX i persistència de la millora en el temps.

Piron *et al* (15) al 2009, en un estudi que comparava una teràpia amb RV realitzada per telerehabilitació amb la teràpia convencional, van reportar una major recuperació en la FMAS del grup de Telerehabilitació, però no van trobar diferències en la funció manual mesurada amb l'*Abilhand* entre grups. Un estudi posterior del mateix autor (5), on es van analitzar els resultats de millora de la funció de l'extremitat superior mitjançant un tractament de RV amb *feedback* constant, va mostrar millores significatives en la FMAS per al grup de RV.

Zucconi *et al* (16), en un estudi que comparava dos grups de RV (un grup assistit per una professora i l'altre sense supervisió) amb la teràpia convencional, va obtenir resultats significatius després del tractament amb RV en les escales FMAS, RPSS i FIM. En canvi, no es van trobar millores en el grup tractat amb teràpia convencional. Posteriorment, analitzant els mateixos ítems, el grup de Levin *et al* (17), va analitzar la diferència entre exercicis portats a terme amb un vídeo-captura 2D de RV amb la teràpia ocupacional (TO) convencional, obtenint una millora superior en la FMAS del grup de RV, així com més manteniment dels resultats a llarg termini. Pel que fa al nivell d'activitat, gairebé no hi va haver millora en el BBT ni a la MAL de cap dels grups, però si ho va fer amb un

efecte més fort en la WMFT amb una millora major al grup d'intervenció.

Viana *et al* (18), en un estudi sobre l'efecte de l'estimulació transcranial directa afegida a la teràpia amb RV, no va trobar diferències significatives en els increments de la FMAS i el WMFT entre el grup que rebia l'estimulació real i el placebo.

Jo *et al* (19), a l'estudiar els beneficis d'incorporar la RV a un programa de fisioteràpia convencional, va trobar diferències significatives en el resultat del test pel braç i mà de la WMFT en ambdós grups.

L'estudi de Crosbie *et al* (20) que analitzava la millora de la mobilitat del braç mitjançant teràpia virtual, no va trobar diferències significatives en l'ULMI i l'ARAT respecte als pacients que havien seguit un programa de fisioteràpia convencionals. No obstant, en el seguiment a llarg termini, els canvis observats es van mantenir en el temps només en el grup de RV.

Fluet *et al* (21), va comparar l'entrenament amb teràpia virtual de la mà i el braç separatament o amb el tractament del braç i la mà conjuntament. Els dos grups van presentar millores similars en la WMFT i en el JTHFT després de la intervenció. Al seguiment als tres mesos, el grup d'entrenament conjunt va presentar millors resultats en la WMFT.

Fan *et al* (6), en un estudi que comparava la teràpia virtual amb Wii amb teràpia convencional, jocs de cartes placebo o no rebre cap tractament, no van trobar millores significatives en el JTHFT entre grups, tot i que el grup de RV i de teràpia convencional van reduir el temps de la contracció muscular flexora per l'abastament.

Sung *et al* (22), al comparar la teràpia virtual per reflexe amb teràpia convencional per al tractament de l'avantbraç i la mà, va obtenir millores significatives en el BBT, JTHFT i al MFT en el grup tractat amb RV, mentre que la FMAS va millorar en els dos grups.

Qualitat de vida, opinió i motivació

L'estudi de Crosbie *et al* (20) sobre els efectes de la teràpia virtual en comparació amb la convencional, presenta els qüestionaris d'opinió administrats als participants: 4/9 pacients del grup RV van reportar millores en el moviment de l'extremitat i que podien fer tasques que no eren capaços de fer abans del tractament; respecte del grup control que van ser un total de 7/9 que deien que els hi va millorar el moviment i 8/9 deien que podien fer tasques que abans no realitzaven. 8/9 dels pacients van gaudir de la teràpia virtual i la majoria dels participants de ambdós grups afirmaven que els hi hauria agradat que la rehabilitació en aquesta fase formés part del seu tractament anterior. Housman *et al* (13), també els hi va passar un qüestionari d'opinió on els resultats van ser

significatius. El 90% dels pacients del grup de RV van dir que preferien aquest tipus de teràpia, que la recomanarien respecte el tractament convencional, que la trobaven menys avorrida, menys confusa i més fàcil de monitoritzar el seu progrés que en el de tractament convencional. El grup control, que va poder experimentar una sessió de RV, un 85% dels pacients van coincidir que era un tractament menys avorrit i més beneficiós per a ells. Una mitjana del 70% entre els dos grups consideraven el tractament de RV funcionava més, un 83% va assegurar que realitzaria el tractament si pogués fer la teràpia de RV a casa, mentre que no ho farien amb el tractament convencional. Reinkensmeyer *et al* (14), que va utilitzar una versió millorada del dispositiu de Housman (13), també va utilitzar un qüestionari d'opinió amb resultats semblants; el qualificaven de menys avorrit i els hi hauria agradat més si l'haguessin de continuar fent a casa, comparat amb el del grup control. Ambdós grups també van afirmar que preferien la RV, tot i que el grup control no tan severament.

Pel mateix camí Fan *et al* (6), centrat en activitats manuals, va avaluar els participants amb el IMI. El grup que va fer el tractament de RV va tenir resultats significatius pel que fa a la motivació respecte aquells que feien joc de cartes placebo. Els resultats del grup de TO van ser menors respecte dels del grup de RV però en aquest cas no van ser significatius.

En general el *feedback* del tractament de RV va mostrar uns resultats molt positius.

Viana *et al* (18), va analitzar la puntuació total obtinguda en un test de qualitat de vida específic per a l'ictus, el SSQOL, així com la puntuació dels 25 ítems que corresponien a la funció de l'extremitat superior. Els dos grups van presentar resultats similars en la puntuació total del SSQOL (energia, rols familiars, idioma, mobilitat, humor, personalitat, cura d'un mateix, rols socials, capacitat de pensar, funció de l'extremitat superior, visió i feina/productivitat), però no es van trobar resultats significatius en els 25 ítems que corresponien a l'extremitat superior.

Fan *et al* (6), es van centrar en activitats manuals, van utilitzar l'escala SIS, qüestionari fiable i sensible que avalua la qualitat de vida del pacient amb ictus. En aquest estudi, tant a les dades recollides després de la intervenció com mesos més tard, no es van mostrar canvis significatius en aquesta escala.

Altres resultats

A l'estudi de Viana *et al* (18), es va trobar una reducció significativa de l'espasticitat en el grup on s'aplicava estimulació transcranial. Altres estudis que avaluen el grau d'espasticitat abans i després de la

teràpia (15-17, 22) no van trobar diferències significatives en el grau d'espasticitat abans i després del tractament.

Jo *et al* (19) va mesurar la percepció visual, la diferència visual, la profunditat de la figura, la memòria visual, tancament visual, i les relacions espacials amb el *Motor-Free Visual Perception Test*, trobant diferències significatives pre- i post-intervenció entre grups en la puntuació total del test i en els ítems de diferència visual i profunditat de la figura.

L'estudi de Reinkensmeyer *et al* (14), que analitzava la sensibilitat amb el *Nothingham Sensory Assessment* van mostrar resultats significatius a favor del grup de RV després de les 24 sessions i que es mantenien als tres mesos de la intervenció.

Respecte a l'avaluació de la independència funcional, Piron *et al* (5) no van obtenir diferències significatives en els canvis pre- i post-tractament entre grups, malgrat que el grup control reflectia uns resultats de major dependència que el grup de RV. En canvi, Zucconi *et al* (16), si que van obtenir millores significatives després del tractament recollides a l'escala FIM en ambdós grups però més altes a la del grup que tenia professor respecte del que no, 9% i 2% respectivament.

Taula 5. Resum dels articles seleccionats

Autor i any	Intervenció	Duració	Variabls de resultat (instruments de mesura)	Resultats	Conclusions	Escala de Jadad
Fan S <i>et al</i> , 2013.	n= 20 4 grups: <ul style="list-style-type: none"> • Wii (n= 5) • TO (n= 5) • Jocs taula placebo (n= 5) • No tractament (n= 5) 	Sessions d'1 hora, 3 sessions per setmana, durant 3 setmanes (total= 9 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de contracció muscular (electromiografia) • Funció motora de la mà: JTHFT • Qualitat de vida: SIS • Motivació: IMI 	Tots: reducció del temps de contracció per a l'abastament Wii: més motivació No diferències significatives entre grups en la funció de la mà i en la SIS	La RV motiva als pacients i presenta millores immediates en la velocitat de contracció muscular. Manca d'evidència de resultats a llarg termini.	5/5
Viana R <i>et al</i> , 2014.	n= 20 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV + estimulació transcranial de corrent directa (13') (n=10) • RV + estimulació transcranial placebo (30'') (n=10) 	Sessions d'1 hora, 3 sessions per setmana, durant 5 setmanes (total= 15 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora membre superior: FMAS, WMFT • Funció de la mà: grip strength • Qualitat de vida: SSQOL • Espasticitat: <i>Modified Ashworth Scale</i> 	Tots: millor funció motora de membre superior i de la mà RV + estimulació transcranial: millor qualitat de vida (SSQOL-Brazil); menys espasticitat	L'estimulació transcranial de corrent directe combinada amb RV no aporta resultats concloents i significatius. Es requereix més investigació.	4/5
Crosbie JH <i>et al</i> , 2012.	n= 18 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV (n= 9) • Fisioteràpia convencional (n= 9) 	Sessions de 45 min, 3 sessions per setmana, durant 3 setmanes (total= 7 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: ULMI, ARAT • Qüestionari d'opinió 	Tots: millor funció motora del membre superior i satisfacció amb el tractament RV: manté els resultats en el temps Fisioteràpia convencional: millors resultats en ARAT	No es pot afirmar que la RV sigui millor que la teràpia convencional. Tot i així, la RV es una teràpia segura i útil per afegir al tractament.	3/5
Fluet G <i>et al</i> , 2014.	n= 41 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV de la mà i del braç separatament (n= 20) • RV de la mà i del braç conjuntament (n= 21) 	Sessions de 2 o 3 hores, 4 sessions per setmana, durant 2 setmanes (total= 20 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: WMFT • Funció motora de la mà: JTHF 	Tots: millors resultats en WMFT i JTHF.	Els resultats d'aquest estudi no són concloents. Es necessiten més estudis que concloguin els efectes que té la rehabilitació a llarg termini.	3/5

Housman SJ <i>et al</i> , 2015.	n= 28 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> RV + TWREX (ajuda d'un exosquelet) (n=14) Fisioteràpia convencional (n=14) 	Sessions d'1 hora, 3 sessions per setmana, durant 8 setmanes (total= 24 hores) *Per una sessió, els pacients van canviar de grup	<ul style="list-style-type: none"> Funció motora del membre superior: FMAS, RFT i MAL Qüestionaris d'opinió 	Tots: millores en les escales de mobilitat del braç. Fisioteràpia: mostra més millores a l'avantbraç RV + TWREX: mostra més millores a colze i espatlla. Manté els resultats de la FMAS a llarg termini. la gran majoria prefereix aquest dispositiu perquè és menys avorrit i més fàcil d'usar.	Ambdues tècniques comporten millores pels pacients, amb poca supervisió d'un terapeuta.	3/5
Jo K <i>et al</i> , 2012.	n= 29 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> Fisioteràpia + RV (n=15) Fisioteràpia convencional (n=14) 	Sessions de 30 min, 3 sessions per setmana, durant 3 setmanes.(total= 4'5 hores) RV: Sessions d'1 hora , 5 sessions per setmana, durant 4 setmanes (total= 20 hores)	<ul style="list-style-type: none"> Funció motora del membre superior: WMFT Percepció visual: <i>Motor Free Visual Perception</i> 	Tots: mostren millores en la WMFT. RV: destaca la millora del braç i avantbraç i millora la percepció visual.	Existeixen millores en el tractament mitjançant RV, ja que permet una rehabilitació més fàcil i agradable pel pacient.	3/5
Levin M <i>et al</i> , 2012.	n= 14 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> RV (n=8) TO (n=6) 	Sessions de 45 min, 3 sessions per setmana, durant 3 setmanes (total= 7 hores)	<ul style="list-style-type: none"> Funció motora del membre superior: FMAS, RPSS, WMFT, MAL Funció motora de la mà: BBT Espasticitat: <i>Spasticity Index Score</i> Qüestionaris d'opinió 	Tots: milloren els resultats de la funció motora. RV: Major puntuació en la WMF i millores més tempranes. A més hi ha una major satisfacció.	Els resultats conclouen que els avantatges de la teràpia virtual respecte a la teràpia convencional són modestos i que es necessiten més ECA's per a uns resultats significatius.	3/5
Piron L <i>et al</i> , 2010..	n= 47 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> RV + <i>feedback</i> (n=27) Teràpia convencional (Bobath) (n=20) 	Sessions d'1 hora, 5 sessions per setmana, durant 4 setmanes (total= 20 hores)	<ul style="list-style-type: none"> Funció motora del membre superior: FMAS Independència funcional: FIM 	Tots: milloren els resultats de la FMAS i FIM RV: les millores són majors	La RV reforçada pot portar millorar motores de l'extremitat superior en pacients amb ictus crònics.	3/5

<i>Piron L et al, 2009.</i>	n= 36 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • Telerehabilitació (n=18) • Rehabilitació convencional (n=18) 	Sessions d'1 hora, 5 sessions per setmana, durant 4 setmanes (total= 20 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: FMAS • Funció motora manual: Abilhand • Espasticitat: <i>Modified Ashworth Scale</i> 	Tots: mostren millores en els resultats de les escales després del tractament. RV: presenta diferències significatives en la FMAS respecte al grup convencional.	Les dues teràpies són efectives però la telerehabilitació mostra millors resultats pel que fa a nivell motor. Aquests resultats afavoreixen els pacients amb una alta més primerenca.	3/5
<i>Reinkensmeyer et al, 2012</i>	n= 27 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV + Pneu-WREX (amb l'ajuda d'un exosquelet) (n=13) • TO (n=14) 	Sessions d'1 hora, 3 sessions per setmana, durant 8 setmanes (total= 24 hores) *Durant 30 minuts a la setmana, els pacients canviaven de grup.	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: FMAS, RFT, MAL • Funció motora manual: BBT • Sensibilitat: <i>Nothingham Sensory Assessment</i> • Qüestionari d'opinió 	Tots: mostren millores en la FMAS i RFT. RV: mostra millores en la MAL, BBT i la <i>Nothingham Sensory Assessment</i> . La gran majoria dels pacients prefereix la teràpia amb robot.	La teràpia assistida mostra millores en la sensibilitat i motricitat dels pacients. Un dels principals avantatges d'aquest dispositiu és la mesura exacte d'assistència i la capacitat de realitzar moviments en les tres dimensions.	3/5
<i>Sung In T et al, 2012.</i>	n= 19 2 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV per teràpia reflexa (n=11) • TO (n=8) 	Sessions de 30 minuts, 5 sessions per setmana, durant 4 setmanes. (total= 10 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: FMAS • Funció motora manual: BBT, JTHF, MFT • Espasticitat: <i>Modified Ashworth Scale</i> 	Tots: mostren millores en la recuperació motora i funcional de l'extremitat superior.	La teràpia per reflexió mitjançant RV, pot ser beneficiosa per als pacients. Calen més estudis per demostrar l'eficàcia d'aquestes tècniques.	3/5
<i>Zucconi C et al, 2011.</i>	n= 33 3 grups: <ul style="list-style-type: none"> • RV amb professora virtual. (n=11) • RV sense professora virtual. (n=11) • Rehabilitació convencional. (n=11) 	Sessions d' 1 hora, 5 sessions per setmana, durant 4 setmanes. (total= 20 hores)	<ul style="list-style-type: none"> • Funció motora del membre superior: FMAS, RPSS • Espasticitat: <i>Modified Ashworth Scale</i> • Independència funcional: FIM 	Tots: no hi ha millores en la espasticitat. RV: els dos grups van obtenir resultats significatius després dels dos tractaments. Només el grup de RV amb professora va millorar la velocitat significativament després de la intervenció.	Aquest tipus de tractament millora els moviments de l'extremitat superior gràcies al <i>feedback</i> que hi ha. Són necessaris més estudis.	3/5

(*) TO: Teràpia Ocupacional; RV: Realitat Virtual; T-WREX: *Therapy Wilmington Robotic Exoskeleton*; Pneu-WREX: *Pneumatic Wilmington Robotic Exoskeleton*; JTHF: *Jebsen-Taylor Hand Function Test*; SIS: *Stroke Impact Scale*; IMI: *Intrinsic Motivation Inventory*; FMAS: *Fugl-Meyer Assessment Scale*; WMFT: *Wolf motor function test*; SSQOL: *stroke specific quality of life scale*; ULMI: *Upper Limb Motricity Index*; ARAT: *Action Research Arm Test*; RFT: *Rancho Functional Test*; MAL: *Motor Activity Log*, RPSS: *Reaching Performance Scale Stroke*; BBT: *Box and Blocks Test*; FIM: *Functional Independence Measure*; MFT: *Manual Function Test*

DISCUSSIÓ

Aquesta revisió resumeix els canvis observats en la funció global de l'extremitat superior en pacients amb ictus crònic tractats amb tècniques de RV. Existeix una gran heterogeneïtat en les intervencions incloses en aquesta revisió, tant pel que respecta al tipus de RV com en el temps i condicions d'aplicació. És evident que aquesta variabilitat pot influir en els resultats, per la qual cosa, a continuació, es ressalten les principals característiques de cadascuna.

L'*Interactive Rehabilitation and Exercise System* està compost per una cadira, una pantalla, guants de recollida de dades, videocàmeres i diferents videojocs (Ocell i pilotes, Cocos, Tambors, Malabars, Transportar i Futbol). Cal destacar que la incorporació d'aquest sistema a la fisioteràpia convencional, no va mostrar diferències significatives en les proves motores i de percepció visual, malgrat que el grup intervenció realitzava vint hores més de tractament (19). En canvi, una intervenció molt semblant, que utilitza un programa de 2D de vídeo captura per a realitzar la RV amb tasques d'abastament mitjançant videojocs (Ocell i pilotes, futbol i voleiball) i un supermercat virtual (VMall), les millores obtingudes en la funció motora del grup de RV es van mantenir durant més temps (17).

Els mateixos resultats s'obtenen en un estudi (20), que utilitza un sistema format

per un ordinador, un casc de RV, sensors de moviment i un programa 3D que proposa tasques d'abastament, d'abastament i agafar i tasques amb jocs. Després de 7 hores d'intervenció, no s'observen diferències en la millora de la funció motora del braç entre els dos grups. Aquest resultat coincideix amb la percepció individual dels pacients on la majoria del grup control percep una millora de la mobilitat del braç. L'obtenció de resultats pocs significatius en aquests estudis podria estar en relació amb un temps curt d'intervenció realitzades i a la falta d'un *feedback* entre el programa de RV i el pacient.

Un altre aspecte a considerar, és l'adaptació de les tasques proposades amb la RV a la realitat del pacient. En aquest sentit, Fan *et al* (6) assenyalen que els canvis obtinguts amb la Wii no van perdurar en el temps perquè les tasques proposades no s'adequaven a la realitat del pacient i els exercicis practicats, com per exemple jugar al golf, no es tornaven a repetir un cop acabada la intervenció.

En canvi, les tasques realitzades amb el *Polhemus 3Space FasTrak, Colchaser, VT* amb un projector i un objecte manipulable (o guant en cas de dificultat en el tancament manual) amb un sensor per detectar el moviment (5), podien ser elegides pel fisioterapeuta i incloïen tasques senzilles d'abastament o d'altres més complexes adaptades a les característiques individuals de cada pacient. El temps d'intervenció va

ser de vint hores, però a diferència de l'estudi anterior, els resultats mostren millores significatives pel grup de RV en la FMAS.

Aquesta diferència entre estudis podria explicar-se pel *feedback* constant que reben els pacients de l'estudi de Piron (5). Dins del programa, s'inclouen dos paràmetres: el *Knowledge of Performance* (KP) (representació del moviment generat pel pacient durant l'acció) i el *Knowledge of Results* (KR) (representació del moviment ideal que el pacient hauria de realitzar per generar l'acció). Probablement, aquests dos paràmetres contribueixen a generar les bases d'un aprenentatge reforçat i facilita el procés al pacient. Altres estudis recents no inclosos en aquesta revisió (23, 24), que també utilitzen els paràmetres de KR i KP, conclouen que les teràpies mitjançant RV poden ser molt més eficaces a l'hora de proporcionar un *feedback* constant al pacient. Això permet que els pacients estiguin més alerta i els compromet a fer un esforç cognitiu més elevat per millorar la planificació de la tasca i incrementar el rang de moviment, amb un impacte positiu en la recuperació després de l'ictus. Un altre estudi sobre els efectes del *feedback* mitjançant una professora virtual que ensenya als pacients com fer les tasques durant la sessió de rehabilitació i que no va obtenir diferències entre grups, conclou que el *feedback* empleat no és suficientment bo i recolzen l'ús del KP i del KR (16).

En aquesta revisió, s'inclouen dos estudis que utilitzen un exosquelet dins del seu programa de RV que mostren uns resultats similars. El *Therapy Wilmington Robotic Exoskeleton* (T-WREX) utilitzat en l'estudi de Housman *et al* (13), proporciona suport al braç contra la gravetat i mesura el seu moviment, així com la traça en agafar objectes mentre els pacients interactuen amb els jocs d'ordinador. En comparació amb la teràpia convencional, les millores obtingudes en el grup intervenció es mantenen als sis mesos de seguiment. Els qüestionaris d'opinió a favor de la RV i l'adherència a la teràpia també són superiors en el grup de RV. Ara bé, altres autors (25), no es mostren a favor dels exosquelets ja que la seva funció no es pot extrapolar a la realitat del pacient. A més, l'exoesquelet pot condicionar retraccions en alguns casos com ara la pronosupinació de l'avantbraç. Un estudi posterior (14), que utilitza una versió modificada de l'exosquelet que s'acciona de manera pneumàtica i que permet el moviment natural del braç en tres les dimensions (Pneu-WREX), també mostra una tendència a millorar i a persistir en el temps superior en el grup de RV respecte els que fan teràpia convencional. Una vegada més, els pacients prefereixen la rehabilitació amb RV per ser més motivant i menys avorrida, amb la qual l'adherència és millor. També es va trobar una millora significativa de la sensibilitat segons el *Nothingham Sensory Assessment*.

Altres estudis s'han centrat en comparar l'eficàcia de la rehabilitació englobant l'extremitat superior com un tot o bé per segments separats. L'estudi de Fluet *et al* (21) compara dos sistemes de RV: el *NJIT-Track Glove System*, guant amb un sistema de seguiment magnètic que actua com una interfase entre el pacient i el sistema virtual que descriu la posició de la mà, i el *NJIT RAVR System*, braç robòtic que treballa el braç desgravat i en les tres dimensions de l'espai. Després d'una intervenció total de vint-i-quatre hores, no es van trobar diferències significatives en la funció motora entre grups, tot i que en el seguiment als tres mesos, el grup que havia realitzat la teràpia amb el *NJIT RVR System* va presentar puntuacions més altes en la WMFT. Es creu que treballar l'extremitat en conjunt pot ser afavoridor ja que s'ha vist que l'entrenament de les parts distals del braç està relacionat amb una millora del moviment proximal (26). Per al treball distal de la mà hi ha nombrosos estudis que es basen en l'ús de guants i d'altres dispositius. Un estudi del 2010 (27), no inclòs en aquesta revisió, que compara la RV envers la RV amb guant que assisteix l'extensió dels dits, reporta millors resultats en el grup que treballa amb guant.

Una altra tècnica de RV són les interfases hàptiques, com la GRAB, empleada en l'estudi de Cameirão *et al* (25), que permet rebre un *feedback* sensorial addicional quan encerten a tocar els objectes virtuals. Després de la intervenció, el grup amb el

dispositiu va ser l'únic que va mantenir totes les millores obtingudes en el seguiment. Al tenir un *feedback* el pacient té una major involucració dins de l'exercici i el cervell rep més informació sobre l'elaboració de la tasca, el que pot facilitar la recuperació motora.

La *mirror therapy* també destaca en la rehabilitació amb RV. En el treball de Sung *et al* (22), on es capta la imatge de l'extremitat no afectada i es projecten simultàniament a una pantalla, sota de la qual el pacient col·loca l'extremitat plègica, s'obté una milloria significativa en les escales de valoració motora en comparació al grup control. Aquests estudis incideixen en les neurones mirall que són aquelles que s'estimulen per la imaginació i l'observació del moviment. A més, focalitzar l'atenció en el moviment durant la tasca facilita el còrtex motor primari. Resultats similars s'obtenen en un estudi no inclòs en aquesta revisió, que utilitza un mirall virtual i un mirall real, trobant millors resultats en el grup del mirall virtual (28).

A l'estudi de Piron *et al* (15), que combina la telerehabilitació amb la RV en un programa de rehabilitació domiciliària, es van obtenir millores en la recuperació de l'extremitat superior en comparació amb els pacients que feien el tractament a l'hospital. Aquests resultats suggereixen que pot ser bon sistema per descarregar els hospitals d'ingressats, per donar més autonomia als

pacients i estar precoçment als seus domicilis.

Una altra tècnica emergent és l'estimulació transcranial de corrent combinada amb RV, utilitzada a l'estudi de Viana *et al* (18) en pacients crònics amb afectació del membre superior. Fins el moment, no ha demostrat cap benefici addicional d'aquesta teràpia, es creu que un temps de corrent insuficient podria estar relacionat amb aquesta manca d'evidència. Per tant, es requereixen estudis de qualitat abans de recomanar o desaconsellar aquesta tècnica. La RV pot ser un gran avantatge per a la rehabilitació neurològica gràcies al seu potencial per a crear i enriquir un entorn virtual i permetre la pràctica repetitiva de tasques específiques, ja que són condicions importants per a promoure canvis en la plasticitat cerebral.

Cal destacar la capacitat de recuperació de la gran majoria de pacients, ja sigui per RV o teràpia convencional, tot i trobar-se en la fase crònica on hi ha hagut una estabilització clínica i funcional. A més, tant els ictus isquèmics com els hemorràgics, tenen la capacitat de mostrar millores de l'extremitat superior després d'un procés rehabilitador (24).

L'evidència disponible permet extreure els punts claus per una bona intervenció mitjançant la RV en la rehabilitació de l'ictus en fase crònica. El més important a destacar és la presència d'un *feedback* en el programa pel pacient. Un programa ideal

hauria de tenir tan *feedback* visual amb els paràmetres de KP i KR, un *feedback* sensorial per estimular el tacte i un d'auditiu ja que ajuden a l'aprenentatge i faciliten el moviment controlat al pacient, fent que estigui més alerta a l'hora de planificar el moviment. També és molt important adaptar les tasques plantejades amb la RV per que siguin el més semblants possibles al dia a dia de cada pacient ja que s'incrementarà la motivació i s'assegurarà que la pràctica es pugui extrapolar a les activitats de la vida diària.

La principal limitació d'aquesta revisió ve donada per la gran heterogeneïtat de les intervencions de RV que dificulta les comparacions entre els diferents estudis, així com la variabilitat en el temps d'intervenció i el petit tamany de les mostres. Caldrien més estudis corregint aquestes limitacions per a poder evidenciar millor aquest tipus de teràpia i generalitzar el seu ús a la pràctica clínica.

CONCLUSIONS

La RV té un impacte positiu en la recuperació després de l'ictus ja que pot induir canvis corticals. Un aspecte molt important és la motivació del pacient pel que fa a l'adherència, la satisfacció i el progrés en el tractament i d'ell mateix davant la malaltia. Un altre avantatge respecte la teràpia convencional és la possibilitat de proporcionar un *feedback* constant on el pacient és conscient del

moviment exacte a fer i al mateix temps veu i compara el que ell realitza.

A més, pot ser un bon sistema per descarregar els centres de rehabilitació i

donar més autonomia als pacients que podrien realitzar aquesta intervenció del seu domicili amb la supervisió dels terapeutes.

BIBLIOGRAFIA

1. Fernández MM, Pagola I, Irimia P. Enfermedades cerebrovasculares vi. 2005;10(72):120–3.
2. Nirme J, Duff A, Verschure PFMJ. Adaptive rehabilitation gaming system: On-line individualization of stroke rehabilitation. Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc EMBS. 2011;6749–52.
3. Del Castillo Quintana MIF, Hernández-Franco J, Barragán-Campos HM, Sánchez-Villavicencio I, Pasaye EH. Efecto del uso de realidad virtual como estrategia de manejo para la recuperación motora del miembro superior, en pacientes con enfermedad vascular cerebral crónica, evaluada mediante RMf. Arch Neurociencias [Internet]. 2012;17(3):147–51. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84887309486&partnerID=tZOtx3y1>
4. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. J Neuroeng Rehabil [Internet]. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation; 2013;10(1):85. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3734026&tool=pmc-entrez&rendertype=abstract>
5. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi CS, Ventura L, Tonin P, et al. Motor learning principles for rehabilitation: a pilot randomized controlled study in poststroke patients. Neurorehabil Neural Repair. 2015;24:501–8.
6. Fan S, Sun J, Su F, Chen K, Chen S, Lin W, et al. Improved Intrinsic Motivation and Muscle Activation Patterns in Reaching Task Using Virtual Reality Training for Stroke Rehabilitation : A Pilot Randomized Control Trial. 2013;34(4):399–407.
7. Rand D, Katz N, Weiss PL. Intervention using the VMall for improving motor and functional ability of the upper extremity in post stroke participants. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2009;45(1):113–21. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-67650488594&partnerID=tZOtx3y1>
8. Dobkin BH, Dorsch A. New evidence for therapies in stroke rehabilitation. Curr Atheroscler Rep [Internet]. 2013 Jun [cited 2015 Feb 6];15(6):331. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84878111033&partnerID=tZOtx3y1>
9. Cuadrado Á. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento Rehabilitation of the stroke: evaluation, prognosis and treatment. GaliciaclinicaInfo [Internet]. 2009;70(3):1–40. Available from: <http://galiciaclinica.info/PDF/5/81.pdf>
10. Peñasco-Martín B, De Los Reyes-Guzmán A, Gil-Agudo Á, Bernal-Sahún A, Pérez-Aguilar B, De La Peña-González AI. Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. Rev Neurol. 2010;51(8):481–8.
11. Orihuela-Espina F, Fernández del Castillo I, Palafox L, Pasaye E, Sánchez-Villavicencio I, Leder R, et al. Neural reorganization accompanying upper limb motor rehabilitation from

- stroke with virtual reality-based gesture therapy. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. [cited 2015 Feb 6];20(3):197–209. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23841967>
12. Knaut L a., Subramanian SK, McFadyen BJ, Bourbonnais D, Levin MF. Kinematics of Pointing Movements Made in a Virtual Versus a Physical 3-Dimensional Environment in Healthy and Stroke Subjects. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. the American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; 2009;90(5):793–802. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.10.030>
13. Housman SJ, Otr L, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. 2015;505–14.
14. Reinkensmeyer DJ, Wolbrecht ET, Chan V, Chou C, Cramer SC, Bobrow JE. Comparison of Three-Dimensional, Assist-as-Needed Robotic Arm/Hand Movement Training Provided with Pneu-WREX to Conventional Tabletop Therapy After Chronic Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2012. p. S232–41.
15. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: A combined virtual-reality and telemedicine approach. *J Rehabil Med*. 2009;41:1016–20.
16. Zucconi C, Valt V, Agostini M, Turolla A, Tonin P, Piron L. IN C E R I G E ® A. 1(4):101–6.
17. Levin MF, Snir O, Liebermann DG, Weingarden H, Weiss PL. Virtual Reality Versus Conventional Treatment of Reaching Ability in Chronic Stroke: Clinical Feasibility Study. *Neurol Ther*. 2012;1:1–15.
18. Viana RT, Laurentino GEC, Souza RJP, Fonseca JB, Silva Filho EM, Dias SN, et al. Effects of the addition of transcranial direct current stimulation to virtual reality therapy after stroke: a pilot randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2014 Jan [cited 2015 Jan 16];34(3):437–46. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24473248>
19. Jo K, Jung J, Yu J. Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function and visual perception in stroke patients: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2012;24:1205–8. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/24/11/24_1205/_pdf
20. Crosbie JH, Lennon S, McGoldrick MC, McNeill MDJ, McDonough SM. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* [Internet]. 2012 Sep [cited 2015 Jan 30];26(9):798–806. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2275463>
21. Fluet GG, Merians AS, Qiu Q, Davidow A, Adamovich S V. Comparing integrated training of the hand and arm with isolated training of the same effectors in persons with stroke using haptically rendered virtual environments, a randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. BioMed Central Ltd.; 2014 Jan [cited 2015 Feb 23];11(1):126. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84906923901&partnerID=tZOtx3y1>
22. In TS, Jung KS, Lee SW, Song CH. Virtual Reality Reflection Therapy Improves Motor Recovery and Motor Function in the Upper Extremities of People with Chronic Stroke. *J Phys Ther Sci*. 2012;24:339–43.
23. Subramanian SK, Lourenco CB, Chilingaryan G, Sveistrup H, Levin MF. Arm Motor Recovery Using a Virtual Reality Intervention in Chronic Stroke: Randomized Control Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;
24. Kiper P, Piron L, Turolla A, Stożek J, Tonin P. The effectiveness of reinforced

- feedback in virtual environment in the first 12 months after stroke. *Neurol Neurochir Pol* [Internet]. 2011 [cited 2015 Feb 25];45(5):436–44. Available from:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002838431460311X>
25. Cameirão MS, Badia SB i, Duarte E, Frisoli A, Verschure PFMJ. The combined impact of virtual reality neurorehabilitation and its interfaces on upper extremity functional recovery in patients with chronic stroke. *Stroke* [Internet]. 2012 Oct [cited 2015 Feb 11];43(10):2720–8. Available from:
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84866735715&partnerID=tZOtx3y1>
26. Yeh S-C, Lee S-H, Chan R-C, Chen S, Rizzo A. A virtual reality system integrated with robot-assisted haptics to simulate pinch-grip task: Motor ingredients for the assessment in chronic stroke. *NeuroRehabilitation* [Internet]. IOS Press; 2014 Jan [cited 2015 Feb 25];35(3):435–49. Available from:
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84910006799&partnerID=tZOtx3y1>
27. Connelly L, Jia Y, Toro ML, Stoykov ME, Kenyon R V, Kamper DG. A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* [Internet]. 2010 Oct [cited 2015 Feb 14];18(5):551–9. Available from:
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77957903387&partnerID=tZOtx3y1>
28. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2012 Jan [cited 2015 Jan 28];9(1):71. Available from:
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84866954187&partnerID=tZOtx3y1>

ANNEXES

Escala de Jadad

L'escala de Jadad és una escala que avalua la qualitat metodològica dels assajos clínics, considerant aquells aspectes relacionats amb els biaixos. Aquest qüestionari aporta una puntuació de 0 a 5 punts, de manera que a més puntuació, més qualitat metodològica té l'estudi analitzat. Els ítems que s'avaluen són els següents:

1. Es descriu l'estudi com a randomitzat?

Sí= 1 punt No= 0 punts

2. Es descriu el mètode usat per a generar la seqüència de randomització i aquest és apropiat?

Sí= 1 punt No= 0 punts Inapropiat= Menys 1 punt

3. Es descriu l'estudi com a doble cec?

Sí= 1 punt No= 0 punts

4. Es descriu el mètode usat per a crear el doble cec i aquest és apropiat?

Sí= 1 punt No= 0 punts Inapropiat= Menys 1 punt

5. Es fa un seguiment de les pèrdues i abandonaments dels participants?

Sí= 1 punt No= 0 punts