

Efectividad del tratamiento basado en neuronas espejo aplicado a pacientes con secuelas de accidente cerebro vascular

Effectiveness of mirror neuron-based treatment applied to patients with sequelae of stroke

Sánder Padilla-Valverde¹, Alejandro Gazel-Morales²

Resumen

Introducción: el objetivo de esta revisión narrativa fue analizar la efectividad del tratamiento basado en neuronas espejo (NE), para la recuperación funcional de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular. **Metodología:** estudio de revisión narrativa basada en la revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en las bases de datos: EBSCO host (Medline, MedicLatina, Rehabilitation & Sports Medicine Source, GreenFILE, Library, Information Science & Technology Abstracts), PEDro, Dialnet y PubMed. Se incluyeron artículos científicos publicados del 2016 al 2020, que trataran sobre el tratamiento basado en NE para la recuperación de secuelas de accidente cerebrovascular. Se incluyeron 40 artículos en la revisión, escritos en inglés y español. **Resultados:** existen múltiples alternativas de tratamiento basado en NE, las cuales son: terapia espejo, realidad virtual, imaginación motora, video-terapia y terapia de acción observación. Estos tratamientos promueven la neuroplasticidad y el reaprendizaje motor. Se demostró que el tratamiento basado en NE es eficaz para la reducción del dolor, la espasticidad y la intensidad de los síntomas percibidos, también para mejorar la funcionalidad del miembro superior, el nivel de independencia, la activación de la musculatura de miembros inferiores, el rango de movimiento de la dorsiflexión, el equilibrio, la marcha, el balance y el control postural. Lo anterior se concluyó luego de analizar resultados positivos o mejoras significativas en un total de 35 artículos. Se comprobó que el tratamiento basado en NE en combinación con el manejo convencional o con otras opciones terapéuticas muestra mayor efectividad que al utilizar cualquiera de estos dos abordajes de forma aislada. **Conclusión:** existe una amplia variedad de alternativas de tratamiento basado en NE las cuales, en combinación con otras alternativas de tratamiento, han demostrado efectividad para la recuperación de funcional de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular. La evaluación del paciente es vital para comprender sus limitaciones y necesidades para así poder realizar las combinaciones terapéuticas que serán más efectivas. **Palabras clave:** neuronas espejo, accidente cerebrovascular, terapia de exposición mediante realidad virtual.

Filiación:

¹Terapeuta físico independiente, San José, Costa Rica.

²Hospital del trauma, Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica.

Correspondencia: ✉ Sánder Padilla Valverde. Correo electrónico: sanrop17@gmail.com

Financiamiento:

Ninguno

Conflictos de Interés:

Ninguno

Forma de citar: Padilla-Valverde S, Gazel-Morales A. Efectividad del tratamiento basado en neuronas espejo aplicado a pacientes con secuelas de accidente cerebro vascular. Rev Ter. 2021;15(1): 79-95

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular; MMII: miembros inferiores; MMSS: miembros superiores; NE: neuronas espejo; SNE: sistema de NE; TF: terapia física.

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2020.

Fecha de aceptación: 12 de noviembre de 2020

Abstract

Introduction: the objective of this narrative review was to determine the effectiveness of mirror neuron-based treatment for the functional recovery of patients with stroke aftermath. **Methods:** bibliographic review of the following databases: EBSCO host (Medline, MedicLatina, Rehabilitation & Sports Medicine Source, GreenFILE, Library, Information Science & Technology Abstracts), PEDro, Dialnet and PubMed. Articles published from 2016 onwards were included, that talk about mirror neuron-based treatment for recovery from stroke aftermath. 40 articles were included in the review, written in English and Spanish. **Results:** there are multiple treatment alternatives based on mirror neurons, which are: mirror therapy, virtual reality, motor imagery, video-therapy and action-observation therapy. These treatments promote neuroplasticity and motor relearning. Mirror neuron-based treatment was shown to be effective for reducing pain, spasticity, and the intensity of perceived symptoms, as well as improving upper limb function, level of independence, activation lower limbs muscles, dorsiflexion range of motion, balance, gait and postural control. This was concluded after analyzing positive results and significant improvements from a total of 35 articles. Mirror neuron-based treatment in combination with conventional management or other therapeutic options has been shown to be more effective than using either of these 2 treatments alone. **Conclusions:** there are multiple treatment alternatives based on mirror neurons, which, in combination with other treatment alternatives, have demonstrated effectiveness for functional recovery of patients with stroke aftermath. The evaluation of the patient is vital to understand their limitations and needs in order to perform the therapeutic combinations that will be most effective.

Key Words: mirror neurons, virtual reality exposure therapy, stroke.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud¹, el accidente cerebrovascular (ACV) o ictus se define como una afección o déficit neurológico focal o generalizado, causado por un proceso patológico de los vasos que irrigan en encéfalo, normalmente de aparición súbita y que tarda más de 24 horas o causa la muerte. Es una de las principales causas de mortalidad en el mundo y está catalogada como la patología neurológica más frecuente en adultos. En Costa Rica, es la segunda enfermedad circulatoria más mortal según el Ministerio de Salud². A pesar de la peligrosidad del AVC su tasa de sobrevivencia es considerable, se estima que es de un 50% a los 5 años de ocurrido el evento y de este 50% un 60% tendrá alguna discapacidad³.

En Costa Rica, el Centro de Nacional de

Rehabilitación brinda servicios a más de 200 pacientes con secuelas de ACV al año, se estima que 96% de estos sufren secuelas motoras, las cuales pueden ser espasticidad y rigidez, dolor, acortamientos musculares, pérdida de rango de movimiento articular, trastorno de la marcha y alteración del balance o el equilibrio. Para conseguir la recuperación de estas secuelas la neurorrehabilitación y la terapia física son primordiales⁴.

Existen múltiples técnicas para el tratamiento de estas secuelas, el concepto Bobath, la terapia por restricción del lado sano, métodos como Kabat, Perfetti, Brunnstrom, Halliwick y Frenkel⁵⁻¹⁰. Estas alternativas terapéuticas se han utilizado como el tratamiento convencional en patología neurológica.

En los últimos años se ha descubierto que los

sistemas de neuronas espejo (SNE), contribuyen a la recuperación funcional de pacientes con lesiones neurológicas, ya que facilitan el aprendizaje motor, favorecen la neuroplasticidad, la sinaptogénesis y la ramificación dendrítica, además aumentan la excitabilidad de vía corticoespinal^{11,12,13}. Las neuronas espejo (NE) son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando observa una acción similar realizada por otro individuo. Fueron descubiertas de manera azarosa en 1995 por el neurobiólogo italiano Giacomo Rizzolatti, mientras estudiaba el córtex motor de los monos, más adelante encontró sistemas con este tipo de neuronas el cerebro humano, específicamente en la corteza motora primaria, área de Broca, área parietal inferior, circunvolución temporal, lóbulo de la ínsula y zona anterior de la corteza del cuerpo caloso. Rizzolatti encontró que estas redes neuronales se activaban al observar acciones motoras o los gestos faciales de los demás, a estas redes se les denominó SNE y se les atribuyó que son los responsables de la percepción-ejecución-intención de los movimientos, el aprendizaje motor y el sentimiento de empatía¹². Existen múltiples alternativas de tratamiento para estimular el funcionamiento de los SNE, las cuáles se detallan en la tabla 1.

El objetivo de esta revisión fue determinar la efectividad reportada en la literatura del tratamiento basado en SNE para la recuperación funcional de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular.

Metodología

Se realizó un estudio de revisión narrativa, basado en la revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en las bases de datos EBSCO host (Medline, MedicLatina, Rehabilitation

& Sports Medicine Source, GreenFILE, Library, Information Science & Technology Abstracts), PEDro, Dialnet y PubMed. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, series de casos, revisiones sistemáticas y meta-análisis publicados entre el año 2016 y el 2020, escritos en inglés o español.

Se utilizaron los siguientes descriptores o palabras clave para realizar la búsqueda de la información: neuronas espejo (Mirror neurons), terapia espejo (Mirror therapy), accidente cerebrovascular (Stroke). Se utilizaron los operadores booleanos "Y" "O" con las palabras: Rehabilitación (Rehabilitation), Imaginería motora (Motor imagery) e isquémico (ischemic). Y el operador "NOT" con las palabras: pediatría (pediatrics) y autismo (autism).

Se incluyeron un total de 40 artículos: 11 revisiones sistemáticas, 24 ensayos clínicos aleatorizados y 5 series de casos. Para analizar la información se delimitaron los siguientes subtemas: recuperación funcional del paciente con secuelas accidente cerebrovascular, alternativas y efectividad del tratamiento basado en NE en la rehabilitación del paciente con secuelas de accidente cerebrovascular y tratamiento basado en NE para la recuperación funcional del paciente con secuelas de accidente cerebrovascular, como complemento de los tratamientos convencionales.

Resultados y discusión

En esta revisión se encontraron resultados positivos en la recuperación funcional de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular, con el uso de alternativas terapéuticas basadas en los SNE, se identificó que estas mejoras son mucho mayores cuando los tratamientos basados en NE se combinan con otras opciones de tratamiento.

Los tratamientos utilizados en los diferentes estudios fueron terapia espejo, realidad virtual,

terapia de auto-observación o videoterapia y terapia de acción observación, siendo la terapia espejo la más utilizada. Estas alternativas terapéuticas fueron utilizadas de forma aislada o en combinación con otras opciones terapéuticas. Se identificaron las principales áreas de mejora que los artículos analizados mencionan, las cuales son: reducción del dolor y/o discomfort, mejora en la función del miembro superior, reducción de la espasticidad,

reducción del nivel de discapacidad física, mejora en la independencia, la marcha y en la activación muscular en los miembros inferiores (MMII), aumento del rango de movimiento de la dorsiflexión, reducción de la intensidad de los síntomas y mejoras en el equilibrio, balance y control postural. Los hallazgos en cada una de estas áreas se detallan a continuación.

Tabla 1. Alternativas terapéuticas basadas en sistemas de neuronas espejo

Alternativa terapéutica	Definición
Terapia espejo	Implica la superposición de los reflejos de los movimientos saludables de las extremidades en la extremidad afectada para que el paciente los observe como si su extremidad estuviera en movimiento. Se coloca un espejo en el plano medio sagital del paciente para que la imagen del lado sano se superponga en la proyección de la extremidad afectada.
Realidad virtual	La realidad virtual en interacción con los juegos, utilizando la retroalimentación de la visión, facilita a los pacientes comprometerse con el entrenamiento, los pacientes están viendo sus movimientos. Además, la realidad virtual proporciona un fondo virtual que es colaborativo y percibido en el mundo real que puede estimular la información sensorial.
Video terapia	La auto-observación implica grabar y ver la propia actividad y ajustar los movimientos según el video, mientras observan sus propios movimientos, los pacientes pueden visualizar y alterar adecuadamente sus acciones previamente inapropiadas, identificar y ajustar los errores de movimiento es fundamental para mejorar las funciones motoras.
Imaginería motora	La imaginería motora es práctica mental de imágenes motoras, la cual se ha introducido como complemento a otros métodos de rehabilitación. Esta nueva manera de trabajar logra acceder al sistema nervioso, incorporando el movimiento voluntario sin depender de la capacidad motora del paciente.
Terapia de acción observación	Técnica motora con estrategias cognitivas, el sistema de NE se activa durante la ejecución y la observación de una acción y es el área responsable de la terapia de acción observación. Ayuda a los pacientes a mejorar las habilidades motoras mediante la observación de movimientos normales de otro individuo y practicar lo que han observado.

Fuente: Elaboración propia basada en Gurbuz et al.¹⁴, Sang-Mi et al.¹⁵, Young-Lan et al.¹⁶, Yu-Wei et al.¹⁷, Peralta et al.³⁶

Recuperación funcional de las secuelas de accidente cerebrovascular en el miembro superior

Los principales resultados de los estudios analizados se detallan en la Tabla 2.

Tres estudios^{14,18,19} mostraron efectividad

para la recuperación del miembro superior (MS) utilizando la terapia espejo en conjunto con la terapia convencional, dos estudios^{20,21} mostraron mejoras con la utilización de terapia espejo aislada. Un estudio²² utilizó terapia espejo en conjunto con electro estimulación y otro terapia espejo más ondas de choque y tratamiento convencional²³,

ambos mostraron mejoras en la recuperación del MS. Dos estudios utilizaron realidad virtual, uno de manera aislada¹⁵ y otro en combinación con terapia convencional²⁴, ambos reportaron mejoras en esta área. Un estudio²⁵ también reportó mejoras después de utilizar videotapia en conjunto con estimulación magnética. Todos los estudios mencionados, valoraron la recuperación de la función sensorio-motora de MS medida por la escala de evaluación de Fugl Meyer.

Además, algunos estudios analizados también mostraron mejoras en otras áreas de recuperación del MS, como la función manual²⁵, la recuperación motora^{18,14}, la destreza y la coordinación²⁶. Las intervenciones utilizadas en estos estudios fueron, terapia espejo, terapia espejo en conjunto con tratamiento convencional y Videoterapia junto con estimulación magnética. Los puntajes de mejora en cada estudio y las escalas de medición utilizadas se detallan en la Tabla 3.

Recuperación funcional de la marcha posterior al accidente cerebrovascular

Con respecto a las mejoras en la marcha, se encontró que el tratamiento basado en SNE mejora la velocidad de la misma o la cadencia, el equilibrio dinámico, el largo de paso, el largo de zancada y reduce la fase de doble apoyo. Tres estudios^{26,28,29} reportaron mejoras en la prueba de Timed Up and Go. Otros tres estudios^{16,29,30} reportaron mejoras significativas en la prueba de la caminata de los 10 metros, un estudio³¹ midió las diferentes fases de la marcha con una banda de sensibilidad a la presión y obtuvo resultados favorables en muchas de las variables estudiadas. Por último, un ensayo clínico²⁸ evaluó la calidad de la marcha y el equilibrio utilizando la escala de Tinetti, los autores reportaron

mejoras significativas con respecto al grupo control. Las intervenciones aplicadas y puntajes obtenidos en las pruebas se detallan en la Tabla 4.

Recuperación funcional de las secuelas de accidente cerebrovascular relacionada con la mejora de la independencia

Un total de cinco estudios valoraron cuál era la mejora en la independencia de pacientes con secuelas de ACV, cuatro de ellos^{18,21,26,17}, reportaron efectividad del tratamiento en este ámbito después de comparar mediciones pretest y posttest y entre grupos en el Inventario de Independencia Funcional. Un estudio utilizó como medida de resultado el Índice de Movilidad de Rivermead para medir el nivel de dependencia de los sujetos y también obtuvo mejoras significativas²⁷. Las intervenciones aplicadas en cada estudio y los puntajes obtenidos en las mediciones se detallan en la Tabla 5.

Recuperación funcional de las secuelas de accidente cerebrovascular relacionada con reducción de la espasticidad

Un total de cuatro estudios^{20,23,30,32} reportaron una reducción en la espasticidad en sus sujetos de estudio, todos utilizaron como medida de medición la escala más común para valoración de la espasticidad, la escala modificada de Ashworth. Todos los estudios utilizaron alternativas de tratamiento distintas, o incluso diferentes combinaciones de tratamientos basados en NE, estas intervenciones y la reducción de los puntajes en la escala, se detallan en la Tabla 6.

Tabla 2: Principales resultados hallados en la recuperación funcional del miembro superior, en estudios que utilizaron la escala de Fugl Meyer

Autor(es)	Intervención aplicada	Principales resultados
Pervane et al ¹⁸	Terapia espejo + Tratamiento convencional	Mejora 3 puntos más en la funcionalidad de la muñeca y 6 puntos más en la funcionalidad de la mano con respecto a grupo control
Kil-Byung et al ¹⁹		Mejora de 4 puntos más que el grupo control
Gurbuz et al ¹⁴		Mejora de 4 puntos con respecto al pretest y 14 puntos más que el control
Protásio et al ²⁰	Terapia espejo	Mejora de 7,7 puntos con respecto al pretest
Kyunghoon et al ²¹		Mejora de 3,3 puntos más que el control
Young-Rim et al ²²	Terapia espejo + electroestimulación	Mejora de 7 puntos con respecto al pretest
Junyi et al ²³	Terapia espejo + tratamiento convencional + Ondas de choque	Mejora de al menos 6 puntos más que otras intervenciones
Sang-Mi et al ¹⁵	Realidad virtual	Mejora en 5 puntos para el brazo en comparación con pretest para ACV de la arteria cerebral media, de 6,5 puntos para el brazo y de 1,3 puntos para la muñeca en comparación con pretest para ACV en los ganglios basales.
Pawel et al ²⁴	Realidad virtual + tratamiento convencional	Mejora de 6,7 puntos más que el control
Jun-Soo et al ²⁵	Video terapia + Estimulación Magnética	Mejora de 11,2 puntos con respecto al pretest

Fuente: Elaboración propia basada en Pervane et al.¹⁸, Kil-Byung et al.¹⁹, Gurbuz et al.¹⁴, Protásio et al.²⁰, Kyunghoon et al.²¹, Young-Rim et al.²², Junyi et al.²³, Sang-Mi et al.¹⁵, Pawel et al.²⁴, Jun-Soo et al.²⁵

Tabla 3. Principales resultados hallados en la recuperación funcional del miembro superior, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Escala de medición utilizada	Intervención aplicada	Principales resultados
Jun-Soo et al ²⁵	Test de la Función Manual	Video-terapia + estimulación magnética	Mejora de 4,3 puntos con respecto al pretest y de 3,8 puntos más que el grupo control
Gurbuz et al ¹⁴	Escala de recuperación de Brunnstrom	Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora promedio de 1,5 niveles para la recuperación del brazo y 2 niveles para la mano en comparación con pretest
Pervane et al ¹⁸			Mejora en 1 nivel para el brazo y 1 nivel para la mano.
Tripathi et al ²⁶	Action research arm test (ARAT)		Mejora 10,2 puntos con respecto al pretest y de 14,2 puntos más que el grupo control.
Oliveira et al ²⁷	Test de Jebsen-Taylor	Terapia espejo con realización de actividades bimanuales	Reducción de 6,5 segundos con respecto al pretest, 6 segundos más que el control
	Test de la función motora de Wolf		2,1 puntos en comparación con el pretest y más que el control

Fuente: Elaboración propia basada en Jun-Soo et al.²⁵, Gurbuz et al.¹⁴, Pervane et al.¹⁸, Tripathi et al.²⁶, Oliveira et al.²⁷

Tabla 4. Principales resultados hallados en la recuperación funcional de la marcha, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Instrumento de medición utilizado	Intervención aplicada	Principales resultados
Cano M et al ²⁸	Timed/Get up and go (TUG)	Realidad virtual mediante videojuegos	Mejora de 2,34 segundos con respecto al pretest, 1,88 segundos más que el grupo control.
Simpson et al ²⁹		Terapia espejo + entrenamiento isométrico de los dorsiflexores	Mejora de 0,7 segundos en comparación con el pre test, la mejora no fue significativa
Young-Lan et al ¹⁶		Terapia de autoobservación (videoterapia)	Reducción significativa de 1,6 segundos en comparación con el pretest Mejora de 1,6 segundos en comparación con el control
Qun Xu et al ³⁰	Prueba de la caminata de los 10 metros	Terapia espejo + electroestimulación	Mejora significativa de 2,66 segundos en su velocidad de la marcha
Simpson et al ²⁹		Terapia espejo + entrenamiento isométrico de los dorsiflexores	Mejora de 0,9 segundos en comparación con el pretest
Donggeon et al ³¹	Banda de sensibilidad a la presión GAITRite	Terapia espejo + electroestimulación	Mejoras de 20 segundos en la velocidad de la marcha, 20 pasos por minuto en la cadencia, 12 centímetros en la longitud de paso, 21 centímetros en la longitud de zancada y la fase de doble apoyo se redujo 0,7 segundos.
Cano et al ²⁸	Valoración de marcha y equilibrio de Tinetti	Realidad virtual mediante videojuegos	Mejora de 2,18 puntos más que el grupo control

Fuente: Elaboración propia basada en Cano et al.²⁸, Simpson et al.²⁹, Young-Lan et al.¹⁶, Qun-Xu et al.³⁰, Donggeon et al.³¹

Tabla 5. Principales resultados hallados relacionados con mejoras en la independencia, según estudio y escala de medición utilizada

Instrumento de medición utilizado	Intervención aplicada	Autor(es)	Principales resultados
Inventario de independencia funcional (FIM)	Terapia de acción observación (videoterapia)	Yu-Wei et al ¹⁷	Mejora de 12,86 puntos en comparación con el pretest y de 7 puntos más que el grupo control
	Terapia espejo	Kyunghoon et al ²¹	Mejora de 6,7 en comparación con el grupo control
	Terapia espejo + tratamiento convencional	Pervane et al ¹⁸	Mejora de 0,89 puntos con respecto al pretest y de 4,10 puntos más que el grupo control
		Triphati et al ²⁶	Mejora de 3 puntos en comparación con el pretest y de 5 puntos más que el grupo control
Rivermead mobility Index	Terapia espejo con actividades bimanuales del miembro superior	Oliveira et al ²⁷	Una mejora de 3,7 puntos con respecto al pretest y de 3,1 puntos más que el grupo control.

Fuente: Elaboración propia basada en Yu-Wei et al.¹⁷, Pervane et al.¹⁸, Triphati et al.²⁶, Kyunghoon et al.²¹, Oliveira et al.²⁷

Tabla 6. Principales resultados hallados relacionados con la reducción de la espasticidad, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Instrumento de medición utilizado	Intervención aplicada	Principales resultados
Junyi et al ²³	Escala de Ashworth modificada	Terapia espejo + Ondas de choque	2,48 puntos en la escala de Ashworth en comparación con el pretest, esta mejora fue la mayor de 4 grupos de estudio
Broderick et al ³²		Entrenamiento de marcha en banda sin fin + terapia espejo	Mejora de significativa en las espasticidad de los dorsiflexores (p=0,006) y los plantiflexores (p=0,01) de tobillo en comparación con el grupo control
Qun-Xu, et al ³⁰		Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora de 0,26 puntos más que el grupo control
		Terapia espejo + tratamiento convencional + electroestimulación	Mejora de 0,57 puntos más que el grupo control
Protásio et al ²⁰		Terapia espejo	Mejora de 1 punto en la espasticidad de los extensores de hombro

Fuente: Elaboración propia basada en Junyi et al.²³, Broderick et al.³², Qun-Xu et al.³⁰, Protásio et al.²⁰

Tabla 7. Principales resultados hallados relacionados con la recuperación funcional del balance, el equilibrio y el control postural, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Instrumento de medición utilizado	Intervención aplicada	Principales resultados
Young-Lan et al. ¹⁶	Timed/get up and go	Videoterapia + Ejercicio	Reducción de 1,6 segundos con respecto al pretest, 1 segundo más que el grupo control
Donggeon et al. ³¹	Test de Balance de Berg	Terapia espejo + electroestimulación	Mejora de 6 puntos en la escala de Berg con respecto al pretest, 9 puntos más que el grupo control
Taesung et al. ³⁴		Realidad virtual + tratamiento convencional	Mejora de 3,6 puntos con respecto al pretest, 2,3 puntos más que el grupo control
Hyun-Gyu et al. ³³		Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora 12,8 puntos con respecto al pretest, diferencia de 8,3 puntos entre grupos
Cano et al. ²⁸	Prueba de alcance funcional	Realidad virtual mediante videojuegos	Mejora de 6,44 cm con respecto al pretest y de 5,6 cm más que el grupo control
Taesung et al. ³⁴		Terapia convencional + realidad virtual	5,14 mm con respecto al pretest y de 5,95 mm más que el grupo control
Myong et al. ³⁵	Índice de Balance (Instrumento especial)	Terapia espejo + tratamiento convencional	Diferencias significativas entre grupos para la estabilidad medial y lateral, significancia de 0,038 y 0,008 respectivamente

Fuente: Elaboración propia basada en Young Lan et al.¹⁶, Donggeon et al.³¹, Taesung et al.³⁴, Hyun-Gyu et al.³³, Cano M et al.²⁸, Myong et al.³⁵

Tabla 8. Principales resultados hallados relacionados con la reducción del nivel de discapacidad física, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Instrumento de medición utilizado	Intervención aplicada	Principales resultados
Kil-Byung, et al. ¹⁹	Índice de Barthel	Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora de 39 puntos con respecto al pretest, 7,5 puntos más que el grupo control
Sang-Mi et al. ¹⁵		Realidad virtual	Mejora de 2,3 puntos con respecto al pretest
Cano et al. ²⁸		Escala de Rankin modificada	Realidad virtual mediante videojuegos
	Reducción promedio de 3,7 niveles, promedio 3,25 niveles más que el control		

Fuente: Elaboración propia basada en Kil-Byung et al.¹⁹, Sang-Mi et al.¹⁵, Cano et al.²⁸

Tabla 9. Principales resultados hallados en otras áreas de mejora con menor evidencia, según estudio y escala de medición utilizada

Autor(es)	Área de mejora	Escala de medición utilizada	Intervención aplicada	Principales resultados
Peralta et al ³⁶	Reducción del dolor y discomfort	Inventario breve del dolor	Imaginería motora y terapia espejo	Reducción del dolor, 11,3 puntos vs pretest
Cano et al ²⁸		Escala visual analógica del dolor	Realidad virtual mediante videojuegos	Reducción del dolor de 3,20 puntos vs pretest y de 3,20 puntos vs grupo control
Pervane et al ¹⁸			Terapia convencional + terapia espejo	Reducción 3 puntos vs pretest, 2 puntos más que el grupo control
Young-Lan et al ¹⁶	Aumento de la actividad de musculatura miembros inferiores	Electromiografía	Videoterapia	Aumento de la actividad electromiográfica en todos los músculos evaluados.
Qun-Xu et al ³⁰		Brunnstrom recovery stages	Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora de 1 nivel en promedio más que el grupo control
	Terapia espejo + tratamiento convencional + electroestimulación		Mejora de 1,39 puntos en promedio más que el grupo control	
	Aumento del rangos de movimiento	Goniometría pasiva	Terapia espejo + tratamiento convencional	Mejora de 2 grados en la dorsiflexión
Terapia espejo + tratamiento convencional + electroestimulación	Mejora en la dorsiflexión de 3 grados			
Pawel et al ²⁴	Reducción de la intensidad de los síntomas	Escala de valoración de los síntomas de Edmonton	Tratamiento convencional + realidad virtual	Mejora de 5 puntos vs pretest, y de 3 puntos más que el grupo control
		National Institute of Health Stoke Scale		Mejoras en 1,1 vs pretest, 0,41 puntos más que el grupo control

Fuente: Elaboración propia basada en Peralta et al. 2019³⁶, Cano et al. 2020²⁸, Pervane et al. 2016¹⁸, Young-Lan et al. 2018¹⁶, Pawel et al. 2018²⁴, Qun-Xu et al. 2017³⁰

Recuperación funcional del equilibrio, el balance y el control postural posterior a accidente cerebrovascular

Un total de 7 estudios analizaron como mejoraba el equilibrio, el balance y el control postural con la utilización de tratamiento basado en NE en pacientes con secuelas de ACV. Tres estudios^{31,33,34} midieron estas variables con el Test

de Balance de Berg, otros dos estudios utilizaron la Prueba de Alcance Funcional^{26,34}. El Test de Timed up and Go y el Índice de Balance fueron utilizados por un estudio cada uno^{25,35}. Todos estos estudios utilizaron alternativas terapéuticas distintas y mostraron mejoras significativas relacionadas con el balance, el equilibrio y el control postural. Los puntajes obtenidos en las pruebas mencionadas anteriormente se detallan en la Tabla 7.

Recuperación funcional de las secuelas de accidente cerebrovascular, relacionada con la reducción del nivel de discapacidad física

Tres estudios^{22,30,31} valoraron la reducción en el nivel de discapacidad física en pacientes post ACV, el Índice de Barthel fue utilizado en los tres estudios, mostrando mejoras en el nivel de discapacidad en todos ellos. Un estudio²⁸ de los mencionados anteriormente también utilizó otra medida, la escala de Rankin modificada, y también mostró una reducción en el nivel de discapacidad física en sus sujetos de estudio. Las intervenciones aplicadas en cada uno de los estudios y los puntajes obtenidos en las mediciones se detallan en la Tabla 8.

Otros beneficios en la recuperación funcional posterior a accidente cerebrovascular

En el análisis realizado se encontraron beneficios en otras áreas, dentro de los cuales están: reducción del dolor y el discomfort, aumento de la actividad de la musculatura de miembros inferiores, aumento de rangos de movimiento y reducción de la intensidad de los síntomas. Tres estudios^{18,28,36} mostraron mejoras en la reducción del dolor o el discomfort, dos estudios^{16,30} hallaron mejoras en el aumento de la actividad de la musculatura de los miembros inferiores y un estudio²⁴ reportó mejoras en la reducción de los síntomas percibidos por los pacientes. Las intervenciones y las medidas de resultado utilizadas se detallan en la Tabla 9, en conjunto con los puntajes obtenidos en las pruebas.

Efectividad del tratamiento basado en NE para el tratamiento de las secuelas de accidente cerebrovascular

Seis revisiones sistemáticas estudiaron

el efecto de la realidad virtual en la rehabilitación del ictus. Viñas Diz et al³⁷ incluyeron en su revisión artículos que tratan acerca del uso de la realidad virtual aislada o en combinación con otros tratamientos en su grupo experimental para la recuperación del miembro superior y que comparan con placebo, intervención nula u otros tratamientos. Esta revisión concluyó que existe fuerte evidencia acerca de los efectos beneficiosos de la realidad virtual en la recuperación motora del miembro superior en pacientes con ictus. De Rooji et al³⁸ realizaron una revisión de ensayos clínicos que tratan acerca del uso de la realidad virtual añadido al entrenamiento de balance y marcha, concluyeron que existen mejoras significativas en la recuperación del balance la marcha después de un ictus con el uso de la realidad virtual, los estudios sugieren que la realidad virtual es más efectiva que entrenamiento de equilibrio aislado.

Muñoz Boje et al³⁹ revisaron ensayos clínicos aleatorizados que comparan la terapia realidad virtual con terapia convencional en pacientes adultos con accidente cerebrovascular crónico, su conclusión principal fue que la funcionalidad del miembro superior en pacientes con ictus mejora tras la aplicación de terapia de realidad virtual específicamente en rubros como: Movilidad, fuerza, calidad y cantidad de movimiento en el miembro superior. Otra conclusión obtenida fue que la terapia de realidad virtual produce mejoras adicionales que la terapia convencional aislada en la recuperación del miembro superior.

Asimismo, Han Suk et al⁴⁰ también estudiaron pacientes con ACV crónico, incluyeron en su revisión artículos que tratan acerca del uso de la realidad virtual en esta patología, los resultados principales

mostraron que la terapia de realidad virtual es efectiva para mejorar la fuerza muscular así como el rango de movimiento articular, el balance, la marcha y la funcionalidad en actividades de la vida diaria. En la revisión sistemática realizada por Yamato et al⁴¹ los artículos incluidos analizaron un total de 1019 pacientes, con secuelas de ACV agudo o crónico, se incluyeron estudios que comparan la realidad virtual por si sola o en combinación con algún otro tratamiento. Luego de analizar 37 estudios pudieron concluir que la terapia de realidad virtual en combinación con el tratamiento convencional obtuvo efectos positivos en la función del miembro superior, las actividades de la vida diaria y la velocidad de la marcha.

En la revisión de Kate et al⁴² se incluyeron 72 artículos en los que se analizaron un total de 2470 pacientes adultos con secuelas de ACV. Se incluyeron estudios que tratan acerca de la realidad virtual en la rehabilitación del ACV. Luego de analizar los 72 artículos llegaron a la conclusión que la realidad virtual en combinación con el tratamiento convencional consigue mejoras significativas en el desempeño en las actividades de la vida diaria de los pacientes con ACV.

Tres revisiones incluyeron estudios acerca del uso de la terapia espejo en la recuperación del paciente con secuelas de ACV. En la revisión de Yi Li et al.⁴³ se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados que tratan acerca de la efectividad de la terapia espejo en la función del miembro inferior, la espasticidad y el rango de movimiento, dentro de los resultados principales se determinó que la terapia espejo es efectiva para mejorar la velocidad de la marcha el balance y el rango de movimiento de la dorsiflexión pasiva. Se concluyó que el uso de la terapia espejo parece prometedor para la rehabilitación de algunas áreas de la función de las

extremidades inferiores.

Yue et al⁴⁴ también incluyeron artículos sobre el uso de la terapia espejo en sobrevivientes de ACV, concluyeron que la terapia espejo en combinación con la electroestimulación y la terapia convencional por al menos 4 semanas podrían ser de las intervenciones más eficaces para mejorar la función motora y el desempeño en las actividades de la vida diaria en sobrevivientes de ACV. Broderick et al⁴⁵ realizaron una revisión sistemática de artículos que incluyeran pacientes con plejía de miembros inferiores como secuelas de ACV. Se incluyeron estudios que comparan la terapia espejo con algún otro tratamiento o con terapia espejo simulada, concluyeron que la terapia espejo demostró un efecto positivo en la función motora, el balance, la velocidad de la marcha, el largo de paso y un aumento de rango en la dorsiflexión.

Rong et al⁴⁶ investigaron acerca del uso de la imaginería motora. En su revisión sistemática incluyeron estudios que tuvieran pacientes mayores de 18 años con secuelas de ACV, los artículos incluidos tratan acerca de la efectividad de la imaginería motora en las habilidades de la marcha y el balance en pacientes con ACV. Luego de analizar 17 artículos concluyeron que la imaginería motora parece ser una intervención beneficiosa para la rehabilitación del miembro inferior, el balance y la marcha en pacientes que han sufrido ACV.

Por otra parte, Jack et al⁴⁷ investigaron acerca de la terapia de acción observación, realizaron una revisión sistemática de artículos que incluyeran pacientes adultos con ACV. Los estudios incluidos en la revisión tratan acerca de la terapia de acción observación y acción ejecución con retroalimentación mediante espejo en pacientes con ACV. Luego de analizar los 19 artículos llegaron a la conclusión que la retroalimentación visual mediante

espejo contribuye positivamente a la recuperación del ACV, así como la terapia de acción observación promueve el reaprendizaje motor en pacientes con ACV.

Por todo lo anterior, en resumen, el tratamiento basado en NE en combinación con otros tratamientos o con el tratamiento convencional obtiene mejores resultados que utilizándolo de manera aislada y resulta un tratamiento prometedor para la recuperación de las secuelas de ACV.

Conclusiones

Los tratamientos basados en SNE resultan una alternativa prometedora para la reducción del dolor y/o disconfort, la mejora en la función del miembro superior, reducción de la espasticidad, reducción del nivel de discapacidad física, mejora en la independencia, mejora en la marcha, mejora en la activación muscular en los MMII, aumento del rango de movimiento de la dorsiflexión, reducción de la intensidad de los síntomas y mejoras en el equilibrio, balance y control postural. Es necesario evaluar al usuario para identificar sus limitaciones y necesidades principales, no se puede tomar una alternativa basada en NE como un protocolo clínico para todos los pacientes neurológicos, cada caso debe ser estudiado y tratado de una manera individual. A la hora de utilizar tratamientos basados en NE, no se debe olvidar el manejo convencional y todas las otras opciones terapéuticas con las que cuenta la terapia física, ya que la terapia espejo, la realidad virtual, la videoterapia, la terapia de acción observación y la imaginería motora evidencian una excelente efectividad para la recuperación de secuelas de ACV siempre y cuando se utilice como complemento de otras alternativas terapéuticas.

Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Manual de la OMS para la vigilancia paso a paso de accidentes cerebrovasculares de la OMS: estrategia paso a paso de la OMS para la vigilancia de accidentes cerebrovasculares [Internet]. Ginebra: OMS; 2005. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/manuales.pdf>
2. Ministerio de Salud (CR), Dirección de Vigilancia en Salud. Análisis de la Situación de Salud en Costa Rica [Internet]. San José, CR: Ministerio de Salud; 2014. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud/2618-analisis-de-situacion-de-salud-en-costa-rica/file>
3. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas (CU). Accidente Cerebrovascular. Estadísticas Mundiales. Factográfico salud [Internet]. La Habana: Biblioteca Médica Nacional; 2017 [citado 10 de mayo del 2020];3(12):1-13. Disponible en: <https://files.sld.cu/bmn/files/2017/12/factografico-de-salud-diciembre-2017.pdf>
4. Vargas C. Caracterización epidemiológica de las personas con secuelas de evento cerebrovascular, hospitalizadas en el Centro Nacional de Rehabilitación, de enero 2008 a diciembre 2012 [Trabajo final de graduación para optar por el grado y título de Especialista en Medicina Física y Rehabilitación]. San José, CR: Universidad de Costa Rica; 2013. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4216/1/38162.pdf>
5. Ordoñez L, Delgado L, Gutiérrez Y, Pinzón M, Castellanos J. Terapia de restricción del lado sano como opción de manejo

de personas con secuelas de enfermedad cerebrovascular. Arch Med. 2017 [citado el 05 de junio de 2020];17(1):173-184. doi: 10.30554/archmed.17.1.1585.2017

6. Arias Cuadrado A. Rehabilitación de ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. Galicia Clin [Internet] 2009 [citado el 05 de junio del 2020];70(3):25-40. Disponible en: <https://galiciaclinica.info/pdf/5/81.pdf>

7. Martínez López DE. Hidroterapia en modalidad método Halliwick en comparación con método de Bad Ragaz para pacientes con secuelas de evento cerebro vascular [Tesis de grado] Quetzaltenango: Universidad Rafael Landívar; 2017. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/09/01/Martinez-Debora.pdf>

8. Zamora Rivera A. Efectividad de la inclusión del Concepto Bobath a la técnica de base en la mejora de la funcionalidad en pacientes con ictus isquémico [Trabajo fin de Grado en Fisioterapia]. Madrid: Universidad Pontificia Comillas; 2017. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/26959/PFG000725.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. Santacruz K. Aplicación del Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo o Método Perfetti para recuperar el movimiento espontáneo y dirigido del miembro superior afectado, en pacientes con Hemiplejia que asisten al área de Fisiatría-Terapia Ocupacional del Hospital Docente de Calderón, Parroquia de Calderón, cantón Quito en el período Noviembre 2017 – Abril 2018. [Tesis de Licenciatura en Terapia Ocupacional] Quito: Universidad Central del Ecuador; 2018. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15338/1/T-UCE-0020->

TO029-2018.pdf

10. Romero LV. eFisioterapia [Internet]. Valencia, España: eFisioterapia; 2007 [citado 31 de mayo de 2020]. Ejercicios de Frenkel; [aprox.6 pantallas]. Disponible en: <https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-frenkel>

11. Sallés L, Gironés X, Lafuente J. Organización motora del córtex cerebral y el papel del sistema de las NE. Repercusiones clínicas para la rehabilitación. Med Clin (Barc). 2015 [citado el 02 de junio del 2020];144(1):30-34. doi: 10.1016/j.medcli.2013.12.013.

12. García García E. Neuropsicología y educación. De las NE a la teoría de la mente. Rev Psicol Educ [Internet]. 2008 [citado el 20 de abril del 2020];1(3):69-90. Disponible en: <http://www.revistadepsicologiayeducacion.es/pdf/27.pdf>

13. Small L, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. Dev Psychobiol. 2010 [citado el 02 de junio del 2020];54(1):293-310. doi: 10.1002/dev.20504.

14. Gurbuz N, Afsar SI, Ayaş S, Cosar SN. Effect of mirror therapy on upper extremity motor function in stroke patients: a randomized controlled trial. J Phys Ther Sci. 2016 [citado el 30 de Julio de 2020];28(9):2501-2506. doi: 10.1589/jpts.28.2501.

15. Sang-Mi J, Choi WH. Effects of virtual reality intervention on upper limb motor function and activity of daily living in patients with lesions in different regions of the brain. J Phys Ther Sci. 2017 [citado el 30 de julio de 2020];29(12):2103-2106. doi: 10.1589/

jpts.29.2103

16. Young-Lan S, Kim JW. The effects of mirror neuron system-based self-observation training on lower limb muscle activity and dynamic balance in patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*. 2018 [citado el 30 de julio del 2020];30(10):1241-1244. doi: 10.1589/jpts.30.1241.
17. Yu-Wei H, Lin YH, Zhu JD, Wu CY, Lin YP, Chen CC. Treatment effects of upper limb action observation therapy and mirror therapy on rehabilitation outcomes after subacute stroke: a pilot study. *Behav Neurol*. 2020 [citado el 30 julio de 2020];2020(6250524):1-9. doi: 10.1155/2020/6250524.
18. Pervane Vural S, Nakipoglu Yuzer GF, Sezgin Ozcan D, Demir Ozbudak S, Ozgirgin N. Effects of mirror therapy in stroke patients with complex regional pain syndrome type 1: a randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];97(4):575-581. doi: 10.1016/j.apmr.2015.12.008.
19. Kil-Byung L, Lee HJ, Yoo J, Yun HJ, Hwang HJ. Efficacy of mirror therapy containing functional tasks in poststroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];40(4):629-36. doi: 10.5535/arm.2016.40.4.629.
20. Protasio L, Da Silva V, Cunha J, Albuquerque T. Investigation of the effects of mirror therapy on the spasticity, motor function and functionality of impaired upper limbs in chronic stroke patients. *Int J Ther Rehabil*. 2019 [citado el 30 de julio de 2020];26(7):1-9. doi: 10.12968/ijtr.2017.0024
21. Kyunghoon K, Lee S, Kim D, Lee K, Kim Y. Effects of mirror therapy combined with motor tasks on upper extremity function and activities daily living of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];28(2):483-487. doi: 10.1589/jpts.28.483
22. Young-Rim P, Jeong-Hoon L, Doo-Hoo L, Hee-Su P, Dong-Hwan O. Effect of mirror therapy electrical stimulation on upper extremity function in stroke with hemiplegic patient: a pilot study. *J. Phys Ther Sci [Internet]* 2017 [citado el 30 de julio de 2020];29(1):2085–2086. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5890204/pdf/jpts-29-2085.pdf>
23. Junyi G, Qian S, Wang Y, Xu A. Clinical study of combined mirror and extracorporeal shock wave therapy on upper limb spasticity in poststroke patients. *Int J Rehabil Res*. 2019 [citado el 30 de julio de 2020];42(1):31-35. doi: 10.1097/MRR.0000000000000316.
24. Pawel K, Szczudlik A, Agostini M, Opara J, Nowobilski R, Ventura L, et al. Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Subacute and Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehab*. 2018 [citado el 31 de julio de 2020];99(1):834-842. doi: 10.1016/j.apmr.2018.01.023
25. Jun-Soo N, Lim JH, Choi TW, Jang SG, Pyun SB. Effects and safety of combined rTMS and action observation for recovery of function in the upper extremities in stroke patients: A randomized controlled trial. *Restor Neurol Neurosci*. 2019 [citado el 30 de julio de 2020];37(3):219-230. doi: 10.3233/RNN-180883.
26. Tripathi DR, Talele MK, Singh SB, Chaudhary S, Kumar A. Efficacy of mirror

- therapy in subacute stroke: A case-control study. *Al Ameen J Med Sci* [Internet]. 2016 [citado el 30 de julio de 2010];9(2):84-89. Disponible en: <http://www.ajms.alameenmedical.org/ArticlePDFs/4%20AJMS%20V9.N2.2016%20p%2084-89.pdf>
27. Oliveira M, Silva D, Cortez BV, Coêlho CK, Silva FM, Oliveira G, et al. Mirror and Vibration Therapies Effects on the Upper Limbs of Hemiparetic Patients after Stroke: A Pilot Study. *Rehabil Res Pract*. 2018 [citado el 30 de julio de 2020];2018(6183654):1-6. doi: 10.1155/2018/6183654
28. Cano M, Collado Vázquez S, Rodríguez Hernández J, Muñoz Villena AJ, Cano de la Cuerda R. Effects of video-game based therapy on balance, postural control, functionality, and quality of life of patients with subacute stroke: a randomized controlled trial. *J Healthc Eng*. 2020 [citado el 30 de julio de 2020];2020:5480315. doi: 10.1155/2020/5480315.
29. Simpson D, Ehrensberger M, Horgan F, Blake C, Roberts D, Broderick P, Monaghan K. Unilateral dorsiflexor strengthening with mirror therapy to improve motor function after stroke: A pilot randomized study. *Physiother Res Int*. 2019 [citado el 30 de julio de 2020];24(4):e1792. doi: 10.1002/pri.1792.
30. Qun X, Guo F, Salem HMA, Chen H, Huang X. Effects of mirror therapy combined with neuromuscular electrical stimulation on motor recovery of lower limbs and walking ability of patients with stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2017 [citado el 30 de julio de 2020];31(12):1583-1591. doi: 10.1177/0269215517705689.
31. Donggeon L, Lee G, Jeong J. Mirror Therapy with Neuromuscular Electrical Stimulation for improving motor function of stroke survivors: A pilot randomized clinical study. *Technol Health Care*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];24(4):503-11. doi: 10.3233/THC-161144
32. Broderick P, Horgan F, Blake C, Ehrensberger M, Simpson D, Monaghan K. Mirror therapy for improving lower limb motor function and mobility after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2018 [citado el 30 de julio de 2020];63:208-220. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.05.017.
33. Hyun-Gyu C, Duck-Won O. Effects of mirror therapy integrated with task-oriented exercise on the balance function of patients with poststroke hemiparesis: a randomized-controlled pilot trial. *Int J Rehabil Res*. 2016 [citado el 1 de agosto de 2020];39(1):70-76. doi: 10.1097/MRR.000000000000148
34. Taesung I, Lee K, Song C. Virtual Reality Reflection Therapy Improves Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: Randomized Controlled Trials. *Med Sci Monit*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];22:4046-53. doi: 10.12659/MSM.898157
35. Myong-Kwon K, Ji SG, Cha HG. The effect of mirror therapy on balance ability of subacute stroke patients. *Hong Kong Physiother J*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];34:27-32. doi: 10.1016/j.hkpj.2015.12.001.
36. Peralta WB, Lathrop Ponce de León C, Esquirol Causa J. Terapia en espejo para el dolor central posterior al accidente cerebrovascular: serie de casos. *Fisioterapia*. 2019 [citado el 30 de julio de 2020];41(3):172-176. doi: 10.1016/j.ft.2019.03.003

37. Viñas Diz S, Sobrido Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*. 2016 [citado el 1 de agosto de 2020];31(4):255-277. doi: 10.1016/j.nrl.2015.06.012
38. De Rooji I, van de Port I, Meijer G. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys. Ther*. 2016 [citado el 1 de agosto de 2020];96(12):1905-1918. doi: 10.2522/ptj.20160054
39. Muñoz Boje R, Calvo Muñoz I. Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: Revisión Sistemática. *Rehabilitación (Madr)*. 2018 [citado el 1 de agosto de 2020];52(1):45-54. doi: 10.1016/j.rh.2017.09.001
40. Han-Suk L, Yoo-Junk P, Sun-Wook P. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int*. 2019 [citado el 1 de agosto de 2020];2019(7595639):1-12. doi: 10.1155/2019/7595639
41. Yamato TP, Pompeu JE, Pompeu SM, Hassett L. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Phys Ther*. 2016 [citado el 30 de julio de 2020];96(10):1508-1513. doi: 10.2522/ptj.20150539
42. Kate L, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 [citado el 30 de julio de 2020];11(11):CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.
43. Yi L, Wei Q, Gou W, He C. Effects of mirror therapy on walking ability, balance and lower limb motor recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehab*. 2018 [citado el 30 de julio de 2020];32(8):1007-1021. doi: 10.1177/0269215518766642.
44. Yue Y, Zhao Q, Zhang Y, Wu Q, Jiang X, Cheng G. Effect of mirror therapy on recovery of stroke survivors: a systematic review and network meta-analysis. *Neuroscience*. 2018 [citado el 30 de julio de 2020];390:318-336. doi: 10.1016/j.neuroscience.2018.06.044.
45. Broderick P, Horgan F, Blake C, Ehrensberger M, Simpson D, Monaghan K. Mirror therapy for improving lower limb motor function and mobility after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2010 [citado el 2 de agosto de 2020];63(2018):208-220. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.05.017
46. Rong-Qing L, Li ZM, Tan JY, Chen GL, Lin WY. Effects of motor imagery on walking function and balance in patients after stroke: A quantitative synthesis of randomized controlled trials. *Complement Ther Clin Pract*. 2017 [citado el 30 de julio de 2020];28:75-84. doi: 10.1016/j.ctcp.2017.05.009.
47. Jack J, Fong KNK, Welage N, Liu KPY. The activation of the mirror neuron system during action observation and action execution with mirror visual feedback in stroke: a systematic review. *Neural Plast*. 2018 [citado el 30 de julio de 2020];2018:2321045. doi: 10.1155/2018/2321045.