

Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual

José A. Calderón-Chagualá, Miguel Á. Montilla-García, Milady Gómez, Julián E. Ospina-Viña, Jennifer C. Triana-Martínez y Laura C. Vargas-Martínez

Universidad Antonio Nariño, Tolima, Colombia

Resumen

La rehabilitación neuropsicológica es la disciplina encargada de hacer frente a las alteraciones cognitivas, emocionales y cambios en el comportamiento que surgen como causa de un daño cerebral, este puede deberse a trauma craneoencefálico, hipoxia, accidente cerebrovascular o por tumores. Se realizó una revisión de las herramientas de rehabilitación neuropsicológica tradicional y virtual, determinando la influencia de cada una en los procesos de rehabilitación neuropsicológica. Los resultados revelaron que los dos métodos son confiables y válidos en los procesos de intervención con pacientes de esta índole sin embargo, la rehabilitación virtual está generando mayores herramientas y mejor acceso a este sistema, a través de la creación de programas especializados para rehabilitación. En conclusión la revisión permitió establecer que las dos modalidades de rehabilitación son viables, pero el escenario virtual últimamente ha tenido mayor crecimiento debido a que la integración de los avances tecnológicos y científicos, ha permitido un mejor enfoque con resultados a corto plazo y menor costo.

Palabras clave: Daño cerebral adquirido. Rehabilitación neuropsicológica. Realidad virtual. Rehabilitación tradicional. Rehabilitación. Fisioterapia. Rehabilitación cognitiva.

Neuropsychological rehabilitation in brain damage: use of traditional tools and virtual reality

Abstract

Neuropsychological rehabilitation is the discipline in charge of treating the cognitive, emotional and behavioral disorders that originate as a result of brain damage, due to traumatic brain injury, hypoxia, stroke or tumors. We made a review of the tools for traditional and virtual neuropsychological rehabilitation, to determine the influence of each in the process of neuropsychological rehabilitation. The results revealed that two methods are reliable and valid in the processes of intervention for these kind of patients; however at the moment the virtual rehabilitation is generating easier access to this system, due to the creation of software specialized in rehabilitation. In conclusion, the review established that the two modalities are adequate, but the virtual modality has been developed for more integration of technological and scientific advances, resulting in improvement in a short time and with less cost.

Key words: Acquired brain damage. Neuropsychological rehabilitation. Virtual reality. Traditional rehabilitation. Rehabilitation. Physiotherapy. Cognitive rehabilitation.

Correspondencia:

José Amilkar Calderón-Chagualá

Cra. 10, n.º 17-35, Barrio Ancón

C. P. 730001, Ibagué, Tolima, Colombia

E-mail: josecal@uan.edu.co

Fecha de recepción: 11-07-2017

Fecha de aceptación: 26-11-2018

DOI: 10.24875/RMN.M19000019

Disponible en internet: 20-03-2019

Rev Mex Neuroci. 2019;20(1):29-35

www.revexneurociencia.com

1665-5044/© 2019. Academia Mexicana de Neurología A.C. Publicado por Permayer México. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El daño cerebral adquirido (DCA) se refiere a una lesión en el cerebro que afecta a varios procesos cognitivos del ser humano¹; se puede deber a traumatismo craneoencefálico, accidente cerebro vascular isquémico o hemorrágico, tumores cerebrales, anoxia, hipoxia o encefalitis². El DCA ocasiona en el individuo alteraciones cognitivas, en el comportamiento, emocionales e incluso sociales y de orden académico y laboral^{3,4}. El objetivo principal de la rehabilitación neuropsicológica es el incremento de la autonomía del paciente, el aumento de su calidad de vida y la disminución de la carga familiar. Estos componentes se unifican para ayudar al paciente a retomar sus actividades cotidianas y de esta manera acercarlas a su anterior estilo de vida⁵.

A partir de esto surgen los programas de rehabilitación tradicional y rehabilitación virtual, los cuales se diseñaron de forma integral para restablecer al mismo tiempo las funciones cognitivas, como la atención, las funciones ejecutivas y la memoria². Se concibe como un proceso interventivo que trabaje en conjunto las dificultades, debido a que estas funciones comparten numerosas estructuras y circuitos neurales⁶. Con el fin de que la rehabilitación tradicional de lápiz y papel trascendiera, la ciencia y la tecnología se han unido por la necesidad de brindar mejores condiciones a los pacientes, creando entornos virtuales que simulen actividades de rehabilitación⁷.

La innovación de estas nuevas estrategias en neurorehabilitación se ha convertido en un elemento significativo, ya que ha ganado expansión y desarrollo en el entorno neuropsicológico⁷. Por tanto, los terapeutas que usan la realidad virtual estipulan que es una práctica más eficiente en comparación con las terapias tradicionales, mientras que los tradicionalistas no ven la necesidad de utilizar equipos tan sofisticados y costosos. Lo cierto es que la realidad virtual ha demostrado que los resultados de su intervención son mejores, porque las tareas no son peligrosas, son personalizadas y sobre todo muy divertidas, lo que hace que la rehabilitación sea percibida de una manera mucho más positiva y activa⁸.

El propósito de esta investigación consistió en realizar una revisión de la rehabilitación neuropsicológica mediante realidad virtual y tradicional. Es bien conocido que en los últimos años la rehabilitación neuropsicológica ha tomado mayor importancia en los entornos clínicos, puesto que su objetivo principal ha estado centrado en el restablecimiento del bienestar personal y en la disminución del impacto que producen las secuelas en los procesos cognitivos y en el desempeño de las actividades cotidianas³.

Método de investigación

Se ha realizado una revisión de las plataformas sobre los mecanismos de rehabilitación neuropsicológica, buscando información en la web, documentos y artículos publicados, todos enfocados en la utilización de herramientas tradicionales y virtuales que permitan el entrenamiento de las funciones afectadas por el daño cerebral. Para su búsqueda se utilizaron palabras claves como: «daño cerebral adquirido», «rehabilitación neuropsicológica», «realidad virtual», «rehabilitación tradicional», «rehabilitación», «fisioterapia» y «rehabilitación cognitiva».

Se analizaron un total de 70 artículos, de los cuales se escogieron 41, a pesar de que los demás contenían información que se relacionaba con el proyecto, no cumplían los criterios de inclusión, que se describen a continuación:

- Estar publicado en revistas indexadas.
- Estar publicado entre 2010 y 2016.
- No tratarse de documentos que estén dirigidos a la rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral.
- La temática central corresponde a la rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral tradicional y la basada en la realidad virtual.
- Exponer una investigación empírica o teórica.

A partir de estos criterios se seleccionaron las publicaciones de mayor preeminencia para el proceso investigativo, publicadas en América Latina y parte de Europa, en su mayoría provenientes de España; divulgadas por diferentes bases de datos, como Science Direct, Springer, Web of Science, Redalyc, Scielo y Proquest.

Dentro de las revistas que se tuvieron en cuenta para la elección de los artículos, las más utilizadas fueron: 1st. *International Workshop on Virtual Reality Rehabilitation (Mental Health, Neurological, Physical and Vocational)*, Revista CES Psicología, Acta Neurol Colombia, Revista Neuropsicología Latinoamericana, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Revista de Neurología, Política y Sociedad, Neurología, Liberabit, Revista Mexicana de Neurociencia, Revista Rehabilitación, Revista Chilena de Neuropsicología, Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Clínica y salud, Revista Española de Neuropsicología, RevistaeSalud.com, *Computer Methods and Programs in Biomedicine* y Revista Vínculos.

Resultados de la revisión en rehabilitación neuropsicológica tradicional y virtual

En este apartado se presentan y analizan los resultados derivados de la revisión de artículos científicos

enfocados en la rehabilitación neuropsicológica tradicional y rehabilitación mediante realidad virtual.

De los estudios encontrados, 20 estuvieron dirigidos a la rehabilitación tradicional, los cuales establecen herramientas de intervención y algunos modelos enfocados al entrenamiento de las capacidades cognitivas como atención, memoria, lenguaje y funciones ejecutivas. La exploración cometida permite visualizar la efectividad que produce el reentrenamiento de estas áreas². Se ha encontrado que lo ideal es que los trastornos atencionales sean los primeros en recibir tratamiento por la importancia de la atención como base de otros procesos cognitivos. En el momento de rehabilitar la atención se consideran dos mecanismos de gran relevancia, la restitución y la compensación⁴, que se ha demostrado que influyen positivamente en las dificultades cognitivas, aunque presentan algunas limitaciones específicas. La restitución es efectiva solo con pacientes que tienen lesiones leves y moderadas². Algunos estudios recopilan modelos planteados para la intervención en la atención. El primero de estos es el modelo de rehabilitación de la orientación, que estipula cinco objetivos; inicialmente pretende que los pacientes reaccionen ante estímulos que ofrece el ambiente, el segundo objetivo está orientado en el aumento de la velocidad del procesamiento, el tercero se dirige a fomentar la consciencia de los procesos atencionales, el cuarto procura que el paciente se focalice en el tiempo, y en el último paso que se atiende a los estímulos externos e internos⁹.

El modelo *Attention Process Training* (APT) estimula diferentes áreas, trabajando con la atención selectiva, sostenida, dividida y alternante, aumentando la dificultad de las tareas conforme se van consiguiendo los objetivos. A medida que el paciente avanza las tareas, estas se vuelven más complicadas y agregan componentes complejos de control atencional y memoria operativa. El APT dirige el abordaje de las alteraciones en la atención a un tratamiento específico para que logre ser efectivo.

La memoria es una de las áreas más afectadas cuando se presenta un DCA y si el grado de afectación es muy grave, se considera como un indicador de mal pronóstico para el proceso. En la recuperación de esta área se han propuesto una serie de objetivos para reducir el impacto en la vida diaria de los lesionados, facilitando el desarrollo de habilidades y la adquisición de información mediante ayudas externas como computadoras o agendas².

Las estrategias internas de mayor uso en la rehabilitación neuropsicológica de la memoria son visualización, asociación y categorización. La visualización consiste en entrenar al paciente en la generación

de imágenes mentales del material que desea memorizar¹⁰. La asociación forma conexiones entre información que pretende ser recordada en el mismo momento, como el aprendizaje de pares, las secuencias de palabras, la construcción de acrósticos y la conformación de historias que encadenen contenido a memorizar. La categorización se enfoca en organizar la información en subgrupos antes de memorizarla, por ejemplo, ordenar una lista de mercado por granos, lácteos y carnes, para luego intentar recordar cada categoría¹¹.

Otros de los constructos cognitivos que son esenciales a la hora de llevar a cabo una rehabilitación neuropsicológica son las funciones ejecutivas¹², las cuales deben entrenarse durante todo el proceso para mejorar el funcionamiento ejecutivo. Se han implementado herramientas de intervención dirigidas al uso de autoinstrucciones, autorregulación, autoevaluación y la supervisión de la conducta. En el entrenamiento de estas funciones inicialmente se considera el entrenamiento de la autoconciencia y automonitoreo para que el paciente logre controlar las conductas emitidas en los escenarios con los que tiene contacto⁴.

Durante la rehabilitación neuropsicológica, un aspecto a resaltar dentro de las estrategias de intervención es la planeación de actividades. El paciente debe realizar una lista para que las ejecute durante el día o en la semana, estipulando en un cronograma el tiempo de dedicación a cada una de mayor a menor importancia, con el objetivo de reducir los olvidos que generan las dificultades en la programación¹³.

Por su parte, la restauración de las funciones ejecutivas siempre ha estado enfocada en mejorar la secuencia de las conductas para de esta manera guiarla hacia la obtención de objetivos deseados. Regresar las habilidades perdidas en este espacio comprende un gran reto para el rehabilitador dada su complejidad, puesto que no es sencillo que el afectado retome el direccionamiento de las áreas de ajuste de su vida y también responda a las exigencias de su ambiente¹².

Las ayudas externas son herramientas de intervención que influyen positivamente en el entrenamiento de los problemas ejecutivos, aunque han sido menos estudiadas arrojan resultados positivos. Comprenden el uso de elementos de fácil alcance como calendarios, alarmas, relojes y listas con los pasos a realizar en actividades cotidianas. Cuando los pacientes exhiben dificultades graves en el funcionamiento ejecutivo pueden no beneficiarse de algunas de las estrategias planteadas; sin embargo, las ayudas externas y la modificación del ambiente contribuyen levemente a la mejora de las habilidades cognitivas y conductuales¹⁴.

En estas intervenciones por lo general se tiene en cuenta el tiempo y la duración, puesto que a estos también se les atribuye el éxito de la recuperación. En este caso no se encuentra una fecha concreta de tiempo, sin embargo, según sus adherencias al tratamiento, cada intervención sostiene una serie de fases y por supuesto de tiempo para su aplicación, refieren que son necesarias por lo menos 12 sesiones para efectuar un adecuado tratamiento, lo que implica que en aproximadamente dos meses el paciente habrá recuperado sus funciones¹⁵. Algunos autores proponen de una a cinco sesiones por semana⁴, y otras 15 horas semanales durante 16 semanas¹⁶, con una duración de 20 minutos con descansos de media hora, uniéndose a la concepción de que el manejo del tiempo contribuye al logro de avances significativos en los pacientes¹⁷.

En lo que concierne a la rehabilitación mediante realidad virtual, se establece que la duración de un tratamiento debe de ser de por lo menos 4 meses¹⁸, con una duración de 4 minutos en el día, durante 5 días a la semana o, como señala el programa Previrtec, un promedio de 10 semanas con 5 sesiones semanales de 45 y 60 minutos⁵. Asimismo, se ha propuesto que estas sean en menos tiempo, 5 sesiones de 20 minutos¹⁹. Como se puede observar, la duración y el tiempo son trascendentales, pero estos varían según el propósito de cada entrenamiento.

Por otra parte, los 21 artículos revisados sobre realidad virtual muestran información significativa del uso de esta herramienta en la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales, la cual ofrece grandes ventajas:

- Brinda al paciente privacidad, debido a que este podría negarse a realizar actividades del proceso de rehabilitación en entornos reales.
- Permite al terapeuta la manipulación del entorno, teniendo todo el control de la situación para de esa manera aislar o resaltar aspectos significativos para el paciente.
- Reduce significativamente los costos, porque no son necesarias las operaciones logísticas.

Cabe destacar que dentro de estas propuestas tecnológicas se ha implementado la utilización de programas que permiten la creación de aplicaciones dinámicas para rehabilitar las funciones cognitivas; la gran ventaja de este implemento es que están a disposición de los terapeutas y pueden ser configurados según las necesidades del paciente²⁰. Hay que dejar en claro que los que utilicen estas herramientas no tienen que tener un conocimiento previo de este tipo de tecnologías; los pacientes pueden estar tranquilos ante este estilo de rehabilitaciones, ya que son intuitivas y de fácil manejo para las personas que no están acostumbradas²¹.

Por su parte, los avances tecnológicos que ha propiciado la informática gráfica han generado la aparición de herramientas innovadoras, con gran potencial y buenos aportes para el campo de la rehabilitación neuropsicológica; que permiten al usuario sumergirse en entornos tridimensionales interactivos que reproducen ambientes y situaciones reales, generando que se logre enfocar en las limitaciones específicas, causadas por los déficits neuropsicológicos¹⁴.

Dentro de la revisión se encontraron algunos equipos de *software* de rehabilitación cognitiva como Neuroprotenic®, que consiste en un programa de estimulación para pacientes que hayan tenido diferentes alteraciones cognitivas en la atención, memoria y funciones ejecutivas, y consta de 18 actividades computarizadas. Para la creación de las tareas de rehabilitación de las funciones cognitivas se basaron en la literatura y los diferentes modelos teóricos que existen alrededor de esta temática, con el fin de que las actividades no solo estimulen el proceso cognitivo para las que fueron hechas, sino que permita una mejor jerarquización de cada proceso cognitivo, haciendo más especializada la intervención por medio del *software*. Neuroprotenic® podría ser de los primeros programas en Colombia que someta a validación las actividades de rehabilitación, consiguiendo un alto índice de validez en las tareas diseñadas, garantizando en gran parte que realmente las personas con DCA que participen de la estimulación neuropsicológica presenten mejoría significativa en la curva de recuperación²².

Smartbrain® es un programa diseñado para estimular la capacidad cognitiva, guiado por un ordenador. El programa se basa en principios de técnicas de restauración, enfocado a déficits cognitivos de orientación, atención, memoria, comunicación, apraxias y funciones ejecutivas. Permite modificar la duración de las sesiones, el número de estímulos, la velocidad de respuesta, el número de repeticiones, los tipos de refuerzos y la presentación de las instrucciones; graduando el nivel de dificultad de forma automática en función de los progresos que el usuario vaya alcanzando¹⁸. Cabe destacar que la eficacia de este programa fue demostrada en un estudio con personas que padecían enfermedad de Alzheimer²³.

El programa Grador® es un sistema multimedia dirigido a la rehabilitación de funciones cognitivas como consecuencia de traumatismos craneoencefálicos o enfermedades como parálisis cerebrales, demencias y esquizofrenia, entre otras. Se implementa por medio de un ordenador, el cual permite la realización de programas dirigidos al entrenamiento y recuperación de las funciones afectadas. El objetivo principal de este programa se

basa en la intervención personalizada. Para ello no es necesario la presencia del clínico, ya que la visualización de los resultados se evidencia mediante informes que a su vez introducen nuevos ejercicios que permitan complementar el proceso interventivo²⁴.

Por su parte, el programa *CogniFit Personal Coach*[®] realiza un proceso de valoración inicial, analiza los resultados e interviene en las funciones cognitivas que presentan dificultad. La mayoría de los programas tienen archivos con la información del paciente que se almacena de forma confidencial y que en el transcurso de las intervenciones sirve para analizar el progreso de los sistemas cognitivos intervenidos en las sesiones²⁵.

La plataforma NeuronUP[®] (Psico360[®]) se caracteriza porque personaliza las actividades de estimulación cognitiva. Estas se pueden poner en marcha por medio de un ordenador, pantalla táctil e incluso lápiz y papel; lo más importante es que se adaptan al nivel de cada paciente. Este diseño está enfocado en el entrenamiento de déficits cognitivos como consecuencia de un daño cerebral²⁶.

A esta sintonización se suma BioTrak[®], el cual está conformado por tres módulos que han sido creados para la rehabilitación psicosocial, motora y cognitiva, dirigido a pacientes con diferentes lesiones neurológicas. Este programa dispone de un computador, una pantalla de 47" y un seguimiento óptico electromagnético similar al KinectTM21[®], dispositivo con tres cámaras que identifican la posición de la persona por medio de marcas reflectantes que se ponen en los hombros, tobillos, cabeza y muñecas. Este *software* es muy completo, ya que permite crear las sesiones para cada paciente y configurar la duración, el número de repeticiones y el tiempo de descanso; además comprueba la evolución por medio de los resultados registrados²⁷. Por su parte, Neuro Home[®] busca la rehabilitación de las áreas motoras y cognitivas que se han visto afectadas por enfermedades neurológicas; esta herramienta permite que los rehabilitadores creen y den seguimiento a los tratamientos, y puedan personalizar los ejercicios de las sesiones y ejecutarlos a distancia¹.

Los resultados hallados son de gran importancia debido a que permite una contextualización de los dos medios de rehabilitación neuropsicológica, además generan una visión extensa de las herramientas que permiten regresar la funcionalidad a las áreas lesionadas como causa de un DCA. Se ha logrado identificar que las dos son fiables y válidas en los procesos de intervención con pacientes de esta índole, sin embargo, en el momento la rehabilitación virtual está generando mayores herramientas y mejor acceso a este sistema, lo

que ha producido la creación de *software* como elemento fundamental en la recuperación de un daño cerebral.

Discusión

El propósito de esta investigación se fundamenta en una revisión de la rehabilitación neuropsicológica mediante realidad virtual y tradicional. Es bien conocido que en los últimos años la rehabilitación neuropsicológica ha tomado mayor importancia en los entornos clínicos, puesto que su objetivo principal está centrado en el restablecimiento del bienestar personal y en la disminución del impacto que producen las secuelas en los procesos cognitivos y en el desempeño de las actividades cotidianas³.

Para dar inicio al periodo de rehabilitación inicialmente se debe identificar el grado de afectación y las alteraciones que presenta el paciente. Luego de tener claras las áreas que necesitan ser reestructuradas, se prosigue a diseñar un programa con jerarquía de tareas con distintos grados de complejidad²⁸; antes de ejecutar este procedimiento lo realmente significativo es ofrecer la oportunidad a los pacientes de ser independientes y lo más funcional posible en los entornos en los cuales se desempeñaban y en los que esperan interactuar, por tanto es indispensable diseñar un proceso rehabilitador compacto y estructurado que se ajuste a las necesidades de cada paciente⁴.

Los efectos de este tipo de intervenciones no solo son de carácter social o cognitivo, también producen cambios a nivel biológico, ya que brindan la posibilidad de que el sistema reorganice las redes neurales, concibiendo el surgimiento de nuevos componentes en dichas conexiones²⁹, accediendo a la recuperación funcional del cerebro después de una lesión³⁰.

A pesar de los avances identificados en la neuropsicología para rehabilitar pacientes con daño cerebral, surgen especulaciones frente a qué tan fiables y válidos pueden ser estos procesos, para esto se basan en la implementación de estrategias básicas como la restitución³¹, la cual estimula repetidamente las funciones que se han perdido o deteriorado por el tipo de afectación. La compensación es otra de las técnicas empleadas, utiliza las funciones cognitivas que no se afectaron por la lesión para de esta manera realizar actividades donde estaban implicadas las que sí se afectaron; mientras que la sustitución se ha encargado de implementar ayudas externas para una adecuada ejecución de la tarea¹.

El proceso de intervención, sea con realidad virtual o tradicional, debe iniciar en la fase aguda del daño

cerebral, cuando el paciente ha salido del estado crítico y continúa con el manejo neurológico y las observaciones médicas pertinentes³². Es recomendable que inicie en esta fase, puesto que si empieza antes posiblemente la persona todavía esté en un estado de confusión y alteración cognitiva, lo que no le permite contar con las condiciones necesarias para iniciar el periodo de rehabilitación³³.

Las estrategias que se pueden poner en marcha y a su vez revelan resultados positivos en la rehabilitación tradicional implementan juegos de mesa, sopas de letras, situaciones hipotéticas de la vida cotidiana, extracción de ideas frente a imágenes expuestas, comprensión de textos y problemas aritméticos, entre otras actividades³⁴.

Como ya se ha nombrado, el tiempo juega un papel importante en estos procesos; sin embargo, no se encuentra una duración de las sesiones y de los programas de rehabilitación estandarizada. Algunos proponen que esta debe ser individualizada según las necesidades del paciente⁴ y plantean el uso de terapias intensivas, las cuales podrían traer mejores resultados a corto plazo³⁵. Este postulado se asemeja a lo estipulado por las intervenciones con realidad virtual, las cuales refieren que una de sus mayores ventajas es que el tiempo se puede graduar, para así ajustarlo a los requerimientos del paciente; a esto se suma que también permite la adaptación y personalización de las tareas a ejecutar¹.

El tratamiento con realidad virtual también se destaca porque incluye algunas ayudas electrónicas como los ordenadores, dispositivos móviles, grabadoras de voz o agendas electrónicas. Aunque han tenido gran acogida, algunos autores no consideran significativa la efectividad que tiene este tipo de herramientas en los pacientes que han padecido lesiones cerebrales³⁶.

Otras posturas ofrecen una visión diferente frente a los resultados de la realidad virtual. Establecen algunas ventajas en cuanto a este tipo de entrenamiento, que consisten en brindar mayor privacidad, puesto que en algunas situaciones los pacientes pueden negarse a exponer su dificultad ante otros, mientras que la realidad virtual brinda un espacio completamente privado, lo que produce que se aislen o resalten los estímulos ambientales clínicamente significativos para el paciente. El autoentrenamiento y el sobreaprendizaje son otras ventajas significativas, los sujetos no tienen que esperar a que los sucesos tengan lugar en la vida real, sino que puede producirlos y reproducirlos cuantas veces lo deseen; al mismo tiempo, el terapeuta puede ver lo mismo que el paciente está observando, lo que hace posible

diseñar la exposición de categorías, para que el paciente sea expuesto a todas las situaciones posibles²⁰.

Se ha podido observar que las intervenciones enfocadas desde la realidad virtual están a la vanguardia en la rehabilitación neuropsicológica, posicionándose por la generalización de aprendizajes, el acercamiento a su ambiente natural y porque la mayoría de estos sistemas están bajo la conducción de un *hardware*, donde los terapeutas pueden diseñar actividades de rehabilitación y no es necesario que estén presentes durante su ejecución²¹.

Conclusiones

La revisión permite establecer que las dos modalidades de rehabilitación son viables, sin embargo, el escenario virtual últimamente ha tenido mayor crecimiento debido a que la integración de los avances tecnológicos y científicos permiten que se tenga un mejor enfoque en la lesión y, por ende, en la mayoría de los casos los resultados se dan a corto plazo y con menos costos, además de que facilita la inclusión de los pacientes, porque se puede realizar desde la comodidad del hogar.

Cada una, con sus aciertos y desaciertos, genera cambios positivos en la calidad de vida de las personas rehabilitadas; de todas formas, es conveniente realizar un trabajo multidisciplinario en el cual se integren otros especialistas que contribuyan en la estabilización de las deficiencias propiciadas por la lesión.

Se logra estipular que se cuenta con aportes significativos en el campo de la rehabilitación neuropsicológica, se han encargado de hacer su contribución y dejar un legado, especialmente la tradicional por el tiempo y trayectoria que tiene en la neuropsicología; aunque la virtual es relativamente nueva, son importantes las contribuciones que brinda al campo clínico.

Son diversos los países que publican en relación con la rehabilitación neuropsicológica virtual y tradicional en daño cerebral. Chile, México y España son algunos de los que participan en este tipo de estudios; es necesario destacar que Colombia está entre ellos, incluso han empezado a incorporar herramientas tecnológicas en sus investigaciones, como la implementación de *software* que rehabilite las funciones cognitivas de los pacientes con daño cerebral, pero a pesar de que están abriendo espacios importantes en este camino, se hallaron pocas investigaciones dirigidas desde esta temática que ha empezado a modificar los patrones tradicionales de restablecimiento de procesos cognitivos.

En lo que concierne a investigaciones futuras, se espera que desde la rehabilitación tradicional se estimulen programas más detallados, como los que se plantean desde la realidad virtual, para de esta manera identificar los componentes que hacen que sea una intervención efectiva. A partir de lo anterior, se puede concluir que es importante continuar con la construcción del camino de la producción científica en esta área que produce matices que generan una experiencia mágica y diferente para las personas que han solventado lesiones cerebrales.

Declaración de conflictos de interés

No existen potenciales conflictos de interés para ninguno de los autores en este informe científico.

Fuentes de financiamiento

El financiamiento de este informe científico estuvo a cargo de la Universidad Antonio Nariño, Colombia.

Bibliografía

- Pertíñez GG, Linares AG. Plataformas de rehabilitación neuropsicológica: estado actual y líneas de trabajo. *Neurología*. 2015;30(6):359-66.
- De Noreña D, Ríos-Lago M, Bombín-González I, Sánchez-Cubillo I, García-Molina A, Tirapu-Ustárrroz J. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje. *Rev Neurol*. 2010;51(11):687-98.
- Wilson BA. Neuropsychological rehabilitation: State of the science. *S Afr J Psychol*. 2013;43(3):267-77.
- Carvajal-Castrillón J, Restrepo Pelaez A. Fundamentos teóricos y estrategias de intervención en la rehabilitación neuropsicológica en adultos con daño cerebral adquirido. *CES Psicología*. 2013;6(2):135-48.
- García-Molina A, Gómez A, Rodríguez P, Zumarraga L, Enseñat A, Bernabeu M, et al. Programa clínico de telerrehabilitación en el traumatismo craneoencefálico Clinical program of cognitive telerrehabilitation for traumatic brain injury. *Trauma Fund MAPHRE*. 2010;21(1):58-63.
- Pertíñez GG, Linares AG. Aplicación de las tecnologías en la rehabilitación neuropsicológica: ELENA. *Electronic cognitive stimulation*. [Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gloria_Guerrero/publication/225099070_APLICACION_DE_LAS_TECNOLOGIAS_EN_LA_REHABILITACION_NEUROPSICOLOGICA_ELENA_ELECTRONIC_NEUROCOGNITIVE_STIMULATION/links/5475a170cf234bdb21dd8e6.pdf].
- Gutiérrez-Martínez J, Núñez-Gaona MA, Carrillo-Mora P. Avances tecnológicos en neurorrehabilitación. *Rev Invest Clin*. 2014;66(S1):8-23.
- Suárez AA, Ramírez GEQ. Ambientes virtuales para rehabilitación física y cognitiva [Internet]. Panama City: Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012). Megaprojects: Building Infrastructure by fostering. 23-27 de julio de 2012. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/no%20cw/RP060.pdf>.
- Ríos-Lago M, Muñoz-Céspedes JM, Paúl-Lapedriza N. Alteraciones de la atención tras daño cerebral traumático: evaluación y rehabilitación. *Rev Neurol*. 2007;44(5):291-7.
- Rohling M, Faust M, Beverly B, Demakis G. Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: a meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology*. 2009;23:20-39.
- Ostrosky-Solis F, Lozano-Gutiérrez A. Rehabilitación de la memoria en condiciones normales y patológicas. *Revista Latinoamericana en Psicología*. 2003;21:39-51.
- Delgado ID, Etchepareborda MC. Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento. *Rev Neurol*. 2013;57(1):95-103.
- Gupta A, Naorem T. Cognitive retraining in epilepsy. *Brain Injury*. 2003;17:161-74.
- De Noreña D, Sánchez-Cubillo I, García-Molina A, Tirapu-Ustárrroz J, Bombín-González I, Ríos-Lago M. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (II): Funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Rev Neurol*. 2010;51(12):733-44.
- Cuervo MT, Rincón A, Quijano MC. Diseño y efecto de un programa de intervención en atención para pacientes con trauma craneoencefálico moderado. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana: Cali; 2007.
- Los Reyes-Aragón D, José C, Rodríguez Díaz MA, Sánchez Herrera AE, Gutiérrez Ruíz K. Utilidad de un programa de rehabilitación neuropsicológica de la memoria en daño cerebral adquirido. *Liberabit*. 2013;19(2):181-94.
- Thomas H, Feys M, LeBlanc J, Brosseau J, Champoux MC, Christopher A, et al. North Star Project: Reality orientation in an acute care setting for patients with traumatic brain injuries. *J Head Trauma Rehabil*. 2003;18(3):292-302.
- Zarco-Periñán MJ, de Vargas CER, Chacon JB, Obrero IG, Ahumado MMS, Palacín AF. (). Valoración del impacto del tratamiento cognitivo, dentro del programa de rehabilitación, en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Rehabilitación*. 2013;47(2):90-8.
- Kober SE, Wood G, Hofer D, Kreuzig W, Kiefer M, Neuper C. Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10:17.
- Mora MG. Aplicación de realidad virtual en la rehabilitación cognitiva. *Vínculos*. 2013;10(1):130-5.
- Zarzuola MM, Pernas FJD, García AA, Ortega DG, Rodríguez MA. Cocina virtual para ayudar en la rehabilitación de personas con lesiones cerebrales mediante entrenamiento en una actividad cotidiana. *Revistae-Salud.com*. 2013;9(35):3.
- Urazan J, Palacios J. Validación de un programa de estimulación neuropsicológica NEUROPROTENIC en pacientes con daño cerebral adquirido. *Rev Chil Neuropsicol*. 2014;9(1-2):12-5.
- Tárraga L, Boada M, Modinos G, Espinosa A, Diego S, Morera A, et al. A randomised pilot study to assess the efficacy of an interactive, multimedia tool of cognitive stimulation in Alzheimer's disease. *JNNP*. 2016;77(10):1116-21.
- Domínguez Luque A. Importancia del Programa GRADIOR en la intervención neurocognitiva en Alzheimer y otras demencias [Internet]. XII Congreso Virtual de Psiquiatría.com. Interpuls 2012. 1 al 29 de febrero de 2012. Disponible en: <https://docplayer.es/51168310-Importancia-del-programa-gradior-en-la-intervencion-neurocognitiva-en-alzheimer-y-otras-demencias.html>.
- Smith GE, Housen P, Yaffe K, Ruff R, Kennison RF, Mahncke HW, et al. A cognitive training program based on principles of brain plasticity: Results from the Improvement in Memory with Plasticity based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Study. *JAGS*. 2009;57(4):594-603.
- Tomás Romero FJ. Cloud computing y rehabilitación neuropsicológica: NeuronUP, un caso práctico [Internet]. Conferencias científicas. Repositorio institucional de la Universidad de Málaga; 2014. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/7288>.
- Lloréns R, Colomer-Font C, Alcañiz M, Noé-Sebastián E. BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *Neurología*. 2013;28(5).
- Mateer C. Introducción a la rehabilitación cognitiva. *APL*. 2003;21:11-20.
- Chen AJW, Abrams GM, D'Esposito M. Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury. *The Journal of head trauma rehabilitation*. 2006;21(2):107-18.
- Portellano JA. Introducción a la Neuropsicología. España: McGraw- Hill/ Interamericana de España; 2005.
- Butfield E, Zangwill OL. Reeducation in aphasia: A review of 70 cases. *JNNP*. 1946;9(2):75-9.
- Carvajal-Castrillón J, Suárez-Escudero J, Arboleda-Ramírez A. Rehabilitación neuropsicológica de pacientes hospitalizados con trauma encefalocraneano en fase subaguda: estudio piloto en la fundación Instituto Neurológico de Antioquia/Colombia. *Rev Chil Neuropsicol*. 2011;6(2):85-90.
- Tate RL, Pfaff A, Baguley IJ, Marosszky JE, Gurka JA, Hodgkinson AE, et al. A multicentre, randomised trial examining the effect of test procedures measuring emergence from post-traumatic amnesia. *JNNP*. 2006;77(7):841-9.
- Barrera JBJ, Machinskaya RI. Rehabilitación neuropsicológica de un caso de lesión fronto-temporal derecha como resultado de un traumatismo craneoencefálico. *Neuropsicología Latinoamericana*. 2013;5(1).
- Carvajal-Castrillón J, Henao E, Uribe C, Giraldo M, Lopera R. Rehabilitación cognitiva en un caso de alteraciones neuropsicológicas y funcionales posteriores a traumatismo craneoencefálico severo. *Rev Chil Neuropsicol*. 2009;4:52-63.
- Cappa SF, Benke T, Clarke S, Rossi B, Stemmer B, Heugten CM. EFNS guidelines on cognitive rehabilitation: report of an EFNS task force. *Eur J Neurol*. 2005;12(9):665-80.