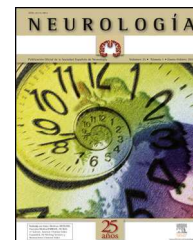




NEUROLOGÍA

www.elsevier.es/neurologia



REVISIÓN

Plataformas de rehabilitación neuropsicológica: estado actual y líneas de trabajo[☆]

G. Guerrero Pertíñez^{*} y A. García Linares

Brain Dynamics S.L. Campanillas, Málaga, España

Recibido el 5 de abril de 2013; aceptado el 1 de junio de 2013

Accesible en línea el 18 de septiembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Rehabilitación neuropsicológica; Estimulación cognitiva; Plataformas online; Neurotecnologías; Neurorrehabilitación; Software rehabilitación

KEYWORDS

Neuropsychological rehabilitation; Cognitive stimulation; Online platforms; Neurotechnologies;

Resumen

Introducción: En los últimos años se ha incrementado la incidencia de las enfermedades y trastornos neurológicos y psiquiátricos y con ello la aparición de herramientas tecnológicas que facilitan a los terapeutas y familiares la rehabilitación neuropsicológica. De aquí que sea necesario establecer cuáles son algunas de estas herramientas y qué necesidades cubren.

Desarrollo: El presente artículo revisa algunas de las plataformas de rehabilitación neuropsicológica más conocidas hoy día, comparándolas y proponiendo líneas futuras de trabajo para tener en cuenta en la construcción de herramientas que se adapten a necesidades reales. En esta revisión se han visto las principales ventajas y carencias de cada una de las herramientas y se han establecido unos criterios comparativos para evaluar las mismas. En la comparación de estas plataformas, podemos observar, por una parte, las ventajas que nos ofrece su uso, pero también las carencias que aún tienen.

Conclusiones: Se demuestra el crecimiento de estas herramientas en el mercado, pero aún quedan muchos aspectos que cubrir de la neurorrehabilitación y estudios que muestren la eficacia del uso de las mismas.

© 2013 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Online platforms for neuropsychological rehabilitation: current status and lines of work

Abstract

Introduction: The incidence of neurological and psychiatric diseases and disorders has increased in recent years, and similarly, the number of technological tools facilitating neuropsychological rehabilitation for family members and therapists has also grown. The purpose of this article is to describe some of these tools and indicate the needs they cover.

[☆] LXIV Reunión anual SEN: aplicación de las tecnologías en la rehabilitación neuropsicológica: ELENA (ELEctronic Neurocognitive stimuLation). Noviembre del 2012.

^{*} Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: gloria.guerrero@brain-dynamics.es, gloriag_p@hotmail.com (G. Guerrero Pertíñez).

Neurorehabilitation; Rehabilitation software

Development: This article reviews some currently well-known neuropsychological rehabilitation platforms, compares them, and proposes future lines of work to be considered when developing tools that meet real needs. In this review, we list the main advantages and shortcomings of each of the tools and establish benchmarks for evaluating them. In comparing these platforms, we may observe their advantages on the one hand, and areas needing improvement on the other.

Conclusions: This review demonstrates that more of these tools are entering the market, but many aspects of neurorehabilitation remain uncovered. Additional studies evaluating these tools' effectiveness are also needed.

© 2013 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En los últimos años, y gracias a los avances tecnológicos, se ha incrementado la creación de herramientas que facilitan la rehabilitación neuropsicológica de muchos tipos de pacientes. El déficit cognitivo puede ser debido a varias causas, tales como: traumatismo craneoencefálico, enfermedad cerebrovascular o alteraciones secundarias a enfermedades neurológicas (Parkinson, esclerosis múltiple, enfermedad Alzheimer, etc.). De aquí que sea necesario el establecer una relación de este tipo de herramientas y qué necesidades cubren.

La rehabilitación neuropsicológica surge de los modelos iniciales en los que se hacía un abordaje centrado en la intervención sobre las alteraciones cognitivas, conductuales y emocionales que son consecuencia de algún daño cerebral. Las estrategias básicas de rehabilitación neuropsicológica fueron descritas durante el siglo xx, por Butfield y Zangwill^{1,2}. Entre los principios de rehabilitación neuropsicológica encontramos:

- Restitución o restauración: se basa en la estimulación y la práctica repetida de ejercicios y actividades, el objetivo es restaurar los mecanismos afectados por la lesión y optimizar el rendimiento.
- Compensación: se refiere al apoyo o empleo de otras funciones cognitivas preservadas para la ejecución de la tarea que principalmente se realizaba con la función alterada. Y están dirigidos a que el paciente aprenda o reaprenda a realizar actividades funcionales significativas para su vida cotidiana.
- Sustitución: se refiere al empleo de ayudas o mecanismos externos para el desarrollo eficaz de la tarea.

En la actualidad, y cada vez con mayor importancia, se considera una rehabilitación integral donde se incluye el trabajo de varias funciones cognitivas a la vez; la atención, las funciones ejecutivas y la memoria se rehabilitan en conjunto como procesos en actividades de la vida diaria³. Es difícil hablar de un proceso aislado sin referirse a los otros; esta interdependencia se da a nivel neuroanatómico y funcional, ya que estas funciones comparten numerosas estructuras y circuitos neurales. La intervención dependerá de la etiología del proceso neurológico, la fase en la que se encuentre el paciente dentro del proceso de recuperación, su estado cognitivo general y las respuestas a las intervenciones.

Para la correcta construcción de este tipo de herramientas y tareas hay que tener un conocimiento del

funcionamiento global de cómo el cerebro capta la información y la combina para hacer la cognición, el movimiento, la percepción y las emociones. También se debe saber acerca de los recursos automáticos y dirigidos a objetivos necesarios para superar las exigencias ambientales. Y conocer las razones por las que la rehabilitación cognitiva tiene un alto impacto en el funcionamiento cognitivo: la plasticidad, la neurogénesis, modelos neuronales del aprendizaje y la memoria^{4,5}.

Requisitos de una herramienta de rehabilitación cognitiva

Una herramienta tecnológica debe suplir una serie de necesidades para producir mejoras en el trabajo con los pacientes y así aumentar la eficacia de la rehabilitación. Es importante que los materiales que se utilicen estén relacionados con actividades reales de la vida diaria del paciente y, por tanto, tengan una validez ecológica. De esta manera, se podrán generalizar los resultados del tratamiento a otras situaciones en las que el paciente se tenga que desenvolver. Así mismo el material que se realice debe contener un valor significativo para el paciente y motivador (fotos y música familiares). Y algo muy importante es que estén lejos de ser materiales de laboratorio, complejos y no generalizables al resto de los contextos. Los materiales se tendrán que adaptar a los tipos de usuario y su nivel de desarrollo y capacidades cognitivas (niños, adultos, ancianos) y tener en cuenta sus posibles discapacidades motoras o déficits atencionales. Es importante que estas tareas se presenten secuenciadas y así deberían contemplar estas herramientas para después ir introduciendo esta forma de trabajo en otros aspectos de su rutina.

El diseño de estas actividades debe estar basado en evidencias y modelos científicos teniendo en cuenta términos como eficacia y validez, realizando ensayos clínicos y estudios de caso único a doble ciego^{6,7}. Para ello, es de vital importancia tener conocimiento de cómo funciona el cerebro y focalizar tareas para dominios cognitivos específicos.

¿Qué necesitamos en una herramienta de rehabilitación neuropsicológica?

El entrenamiento cognitivo debe ser jerárquico y entrenar una o más habilidades cognitivas⁸, debido a que cuando realizamos alguna tarea se requiere de más de un dominio cognitivo. Es importante que podamos personalizar la

duración de cada sesión y la temporalidad del tratamiento pueda ser seleccionada automáticamente para cada individuo. Además, se tiene que contemplar una serie de estadios o etapas que superar (niveles) para producir aprendizaje y avances en el paciente. El entrenamiento es un proceso orientado y debe estar validado siempre por un clínico, aparte de que se pueda llevar a cabo por parte de terapeutas o cuidadores.

Es importante que integre el mayor número de usuarios (pacientes, cuidadores y clínicos) y contemplar discapacidades sensorio-motoras y el mayor número de enfermedades o trastornos neurológicos, neuropsiquiátricos. Los estudios y modelos científicos deben estar basados en la evidencia y en los principios de efectividad, validez y consistencia⁹⁻¹¹, al mismo tiempo que deben ser generalizables y flexibles, que se adapten a todos los tipos de pacientes y que integren el máximo número de procesos de la rehabilitación neuropsicológica (rehabilitación cognitiva, diaria, psicoeducación y habilidades sociales).

Metodología

Se ha realizado una revisión de las plataformas y herramientas de rehabilitación neuropsicológicas más conocidas en el mercado, buscando información existente de cada una de ellas en las webs, documentos y artículos publicados. En esta revisión se han visto las principales utilidades de las mismas y las carencias de cada una, y se han establecido unos criterios comparativos para evaluar las mismas. A continuación, se describe cada uno de los criterios usados y se explica la asignación de los valores.

Difusión

Se considera el asentamiento de la plataforma en el mercado. Puede ser conocida en el ámbito clínico, es decir, que se utilice en diversos centros para complementar el resto de la rehabilitación, y en el entorno investigador, utilizando la herramienta para realizar estudios y probar su eficacia demostrando su validez basada en evidencias y modelos científicos. En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparecen de la siguiente forma: ninguno (0), clínico o investigador (1), clínico e investigador (2).

Adaptación

Se refiere a la capacidad que tiene la herramienta de eliminar barreras sensorio-motoras que dificulten el uso eficiente de estas herramientas. Es el caso de pacientes con discapacidades motoras o visuales, se utilizan dispositivos de entrada (inputs) adaptados como pantallas táctiles, palancas de mando de ratón, teclados modificados e interruptores, trackballs pantalla táctil, USB, PS/2¹². En este criterio, se contempla también la capacidad de adaptar los contenidos al paciente, por ejemplo, presentando estímulos familiares y motivadores¹³, así como poder modificar parámetros, como el número de sesiones, la frecuencia de las sesiones, el idioma, los estímulos sonoros, las imágenes y, en general, las tareas individuales y los programas de intervención. La

asignación de los valores está en función de la capacidad de la herramienta para personalizar todos estos parámetros. En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparece de la siguiente forma: *ninguno* (0); *adapta barreras sensorio-motoras o contenidos* (1), y *adapta barreras y contenidos* (2).

Gestión de los datos

Se refiere a la capacidad para poder almacenar los datos de los pacientes, como la historia clínica o los resultados de la evaluación neuropsicológica y, en una segunda fase, los datos que tienen que ver con las ejecuciones a lo largo del tiempo. Por otra parte, se valora la capacidad de poder comparar los resultados de la evolución del paciente consigo mismo a lo largo del tiempo (intraindividual) y compararla con datos normativos (interindividual). En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparece de la siguiente forma: *nada* (0); *permite gestionar y almacenar* (1), y *permite almacenar, gestionar y almacenar* (2).

Tratamiento de los datos

Se refiere a la medición de la capacidad de la herramienta para representar, analizar y retroalimentar los datos. En la representación de los datos, se muestran gráficas con los resultados de la evolución del paciente a lo largo de sus ejecuciones. En el análisis se produce un tratamiento de los datos a nivel estadístico para ver si se ha producido aprendizaje y se compara con otras ejecuciones anteriores del mismo paciente y con grupos de referencia. En la retroalimentación, los resultados nos indican recomendaciones para las próximas ejecuciones (mantener, subir o bajar los niveles) y esto a su vez alimenta el sistema para que sea más eficiente en su búsqueda de tareas y programas adaptados a las características de los pacientes. La asignación de los valores estará en función de la capacidad de la herramienta para realizar todas estas acciones. En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparece de la siguiente forma: *nada* (0); *representar* (1), y *representar, analizar y retroalimentar* (2).

Evidencias científicas

Se tendrán en cuenta estudios que se hayan basado en la utilización de la herramienta para distintas enfermedades. Estos estudios tienen que ser tareas ecológicas y generalizables, detalladas en su metodología, y tener grupos controles y experimentales para comparar la eficacia de la herramienta y seguimiento de la duración de estos efectos. En la asignación de los valores se tiene en cuenta el número de estudios realizados¹⁴. En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparece de la siguiente forma: *no hay estudios* (0); *estudios sin publicaciones* (1), y *estudios con publicaciones* (2).

Pacientes

Se valora a qué tipo de pacientes van dirigidas estas intervenciones (niños, adultos y ancianos). En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparece de la siguiente forma:

Tabla 1 Tabla comparativa de plataformas de rehabilitación neuropsicológica

Concepto	Difusión	Adaptación	Gestión de datos	Tratamiento de los datos	Evidencias	Pacientes	Flexibilidad	Nota ponderada
Valores	0: escasa difusión 1: ámbito clínico o investigador 2: ambos	0: ninguno 1: adapta barreras o contenidos 2: adapta barreras y contenidos	0: nada 1: permite gestionar y almacenar 2: permite gestionar, almacenar y comparar	0: nada 1: representar 2: representar, analizar y retroalimentar	0: no hay estudios 1: estudios sin publicaciones 2: estudios con publicaciones	0: ninguno 1: adultos o ancianos 2: niños, jóvenes, adultos y ancianos	0: tareas predeterminadas 1: crear nuevas tareas 2: crear nuevas y modificar actuales	
Gradior	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Smartbrain	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Neuro@home	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Lumosity	2	1	1	1	2	2	1	7,14
Neuronup	2	2	1	1	1	2	1	7,14
Scientific Brain Training Pro	2	2	1	1	2	2	0	7,14
RehaCom	2	1	1	1	2	2	1	7,14
Cognifit	2	2	1	2	2	2	1	8,57
ELENA	1	2	2	2	n/a	2	2	9,16

ninguno (0); adultos o ancianos (1), y niños, jóvenes, adultos y ancianos (2).

Flexibilidad

Se tiene en cuenta que la plataforma pueda crear nuevas tareas y modificar las que están hechas cambiando alguno de los parámetros como: número de estímulos, duración de las tareas, tipo de refuerzos, etc. En la asignación de los valores se contempla desde tareas predeterminadas que no se pueden modificar hasta la creación de nuevas tareas y la modificación de las que están ya creadas para personalizarlas. En la [tabla 1](#), la asignación de los valores aparecen de la siguiente forma: tareas predeterminadas (0); crear nuevas tareas (1), y crear nuevas tareas y modificar (2).

Herramientas de software de rehabilitación cognitiva

El programa Gradior (Franco et al., 2002) es un sistema multimedia de evaluación y rehabilitación neuropsicológica por ordenador que permite la realización de programas de entrenamiento y recuperación de funciones en personas con deterioro cognitivo. Las enfermedades a las que va dirigido son las demencias, la esquizofrenia, la parálisis cerebral, el retraso mental, el traumatismo craneoencefálico y todas aquellas lesiones neurológicas que cursen con deterioro cognitivo. Ofrece la posibilidad de intervenir sobre un número elevado de usuarios personalizando las tareas e interviniendo sobre los déficits. Permite realizar un programa de intervención sin requerir la intervención diaria de un profesional, pudiendo observar los avances mediante informes e introducir nuevos ejercicios^{15,16}.

El Programa RehaCom (HASOMED GmbH, 1996) es un sistema de terapia asistida por ordenador que permite el diseño de entrenamiento y estimulación de diversas funciones cognitivas. El sistema consta de un programa de base y un número de procedimientos de entrenamiento. Las tareas que incluyen están diseñadas con la posibilidad de poder modificar la duración de las sesiones, el número de estímulos, el número de repeticiones, la velocidad de respuesta, los tipos de refuerzos y la presentación de las instrucciones. La interacción con el ordenador puede realizarse mediante diversas vías, como son el teclado, un teclado especial formado por botones de mayor tamaño que los de un teclado convencional, el ratón, una pantalla táctil o un comando especial eliminando de esta forma las dificultades de acceso para las personas con déficit sensorio-motores. Se permite almacenar este programa permite almacenar los resultados individualizados de cada usuario y ofrece un perfil gráfico de la evolución a lo largo del tiempo^{17,18}.

El Smartbrain (Educamigos) se trata de un programa de estimulación cognitiva interactivo y multimedia, disponible en formato CD y diseñado para varias finalidades. Por una parte, permite realizar entrenamiento en capacidades cognitivas básicas. Las tareas que incluye este software están diseñadas con la posibilidad de poder 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. Todos estos parámetros permiten una gran flexibilidad en el diseño de la tarea para cada usuario, si bien el inconveniente estriba en la imposibilidad de diseñar nuevos programas o diferentes estímulos que eviten un sobreaprendizaje o automatización de las tareas. La graduación del nivel de dificultad se va realizando de forma automática en función de los progresos que el usuario vaya alcanzando. Además, el terapeuta puede manipular otros parámetros, como la duración de las sesiones, la frecuencia semanal de las mismas o el idioma. La eficacia terapéutica del programa ha sido demostrada en un estudio piloto con enfermos de Alzheimer^{19,20}.

El Programa CogniFit Personal Coach, gimnasio de la mente, está dirigido a la población adulta para el entrenamiento de diversas funciones cognitivas. La herramienta permite una evaluación de las capacidades cognitivas y un tratamiento acorde con esta evaluación. Posteriormente, se tratan y analizan los resultados para recomendar el siguiente ciclo de entrenamiento. Los resultados sobre la evolución del usuario en las diferentes áreas se almacenan en un archivo individualizado que permite ir analizando la mejoría o estabilización de los déficits existentes²¹⁻²³.

El Scientific Brain Training Pro (Scientific Brain Training) ofrece una variedad de programas de rehabilitación cognitiva orientados a la intervención de enfermedades neurodegenerativas, neuropsiquiátricas y neurotraumáticas mediante programas estándar y especializados, que consisten en entretenidos juegos interactivos especialmente diseñados apuntando a la estimulación de funciones cognitivas clave. Cada programa es una solución de estimulación cognitiva específica que tiene en cuenta las necesidades de los pacientes con afecciones particulares que pueden beneficiarse de las terapias cognitivas. Los programas constan de una serie de ejercicios cognitivos, con niveles de dificultad específicos, y organizados en secuencia según una fórmula o algoritmo particular. Cada programa ha sido diseñado en conjunto con especialistas y validado por investigación científica. Los pacientes progresan según una escala predefinida de niveles de ejercicios²⁴⁻²⁷.

Lumosity es un programa de entrenamiento cognitivo formado por un conjunto de juegos y ejercicios cerebrales. Los ejercicios están diseñados para áreas cognitivas particulares; se puede realizar un itinerario recomendado o bien diseñar un entrenamiento personalizado. Está orientada a adultos y niños con alguna enfermedad o que estén sanos y quieran aumentar su rendimiento cognitivo. Se ha desarrollado un estudio con personas mayores en el que se ha demostrado que los adultos pueden mejorar sus habilidades cognitivas, tales como la memoria, la velocidad de procesamiento y el razonamiento con un entrenamiento adecuado²⁸⁻³¹.

La plataforma NeuronUP (Psico 360) es una plataforma web que persigue la rehabilitación neuropsicológica y se focaliza en los déficits cognitivos funcionales consecuencia de un daño cerebral (adquirido o no) o del envejecimiento normal (envejecimiento positivo). El profesional puede personalizar las tareas para estimular las funciones cognitivas básicas y las actividades de la vida diaria. Las actividades se pueden llevar a cabo mediante ordenador, lápiz y papel o pantalla táctil, lo que permite al terapeuta adecuarlas al nivel de cada usuario. Además, todos los ejercicios disponen

de diferentes niveles para adaptarlos al estado de ejecución funcional del cliente³².

La *plataforma de neurorrehabilitación Neuro@Home* (FIVAN) es una herramienta de rehabilitación domiciliar que busca, mediante la aplicación de nuevas tecnologías la rehabilitación cognitiva, motora y funcional de enfermedades de origen neurológico, como ictus o daño cerebral adquirido, entre otros. Los clínicos pueden diseñar, monitorizar y gestionar los planes de tratamiento personalizados para los pacientes. Diseñar ejercicios, monitorizar los resultados y gestionar a distancia los planes de tratamientos personalizados para sus pacientes. Además, tienen la posibilidad de recoger datos muy detallados sobre la actividad de los afectados³³.

La *plataforma ELENA* (*ELEctronic Neurocognitive stimulation*) (Brain Dynamics) es una herramienta multicapa capaz de realizar el diseño, la ejecución y el seguimiento de la rehabilitación neuropsicológica mediante tecnologías. Los pacientes que pueden ser tratados con esta herramienta son aquellos que presentan deterioro cognitivo a raíz de enfermedades neurológicas y psiquiátricas en un amplio espectro de edad (niños, adultos y ancianos) y también pacientes sanos que quieran mejorar su capacidad. Este programa permite analizar estadísticamente esos resultados y que los datos retroalimenten al sistema que recomienda tareas o programas de intervención sobre el paciente. Se incluye un sistema de modelado matemático lógico/estadístico para la cuantificación y la inferencia necesarias para describir los datos mediante un modelo fiable y significativo. Esa información estadística proporciona una base de conocimiento que se encargará de retroalimentar el sistema y recomendar el tipo de intervención del paciente³⁴. Hay que destacar que aún no se ha realizado la validación clínica de esta herramienta. Una vez realizado el estudio y publicados los resultados en una revista, la puntuación será la más alta según los criterios elegidos para esta revisión.

En la comparación (véase la [tabla 1](#)) de estas plataformas podemos observar, por una parte, las ventajas que nos ofrece su uso, pero también las carencias que aún tienen.

Cómo ventajas destacamos que se pueden aplicar a distintos grupos de usuarios sanos o con diversas enfermedades. Son personalizables en cuanto a número y frecuencia de sesiones de sesiones, idioma, estímulos sonoros, imágenes y, en general, tareas individuales y programas de intervención. Así mismo, este tipo de herramientas nos permiten almacenar datos de los pacientes, de su rendimiento y poder comparar su evolución.

Sin embargo, aún quedan muchos aspectos por mejorar, como el acceso al ordenador para personas con déficits sensorio-motores utilizando distintos inputs. No todas las plataformas permiten la posibilidad de poder crear tareas e itinerarios individualizadas y categorizadas según los perfiles de nuestros pacientes. Otro aspecto que se debe mejorar es la posibilidad de comparar los resultados de las ejecuciones de nuestros pacientes con otros que presenten características similares. Y poder comparar con el resto de profesionales y en general de usuarios, todo el material que cada uno utilice en su día a día. Esto ayudará a enriquecer los contenidos y la validez de estos programas realizando estudios que evidencien su eficacia.

Conclusiones

La aplicación de las nuevas tecnologías para la rehabilitación neuropsicológica ha tenido un incremento en los últimos años y ha permitido ayudar a los clínicos y terapeutas a realizar su trabajo de manera más eficiente, minimizando costes y tiempo que dedica el terapeuta a gestionar, diseñar y analizar las tareas realizadas por los pacientes. Estas herramientas deben ser una ayuda y no sustituir al clínico, ya que los ordenadores no pueden sustituir la capacidad del terapeuta para integrar y entender las variables cognitivas, emocionales y sociales involucradas en el proceso de rehabilitación pero nos pueden aportar datos objetivos sobre los datos de ejecución de los pacientes en las diferentes tareas cognitivas y programas propuestos y analizar los resultados de forma estadística.

En el presente trabajo se han revisado y comparado algunas de las diferentes herramientas de software de rehabilitación neuropsicológica que hay ahora mismo en proceso de desarrollo o en fase de comercialización. En general, podemos observar que, en la mayoría de los casos, gracias al uso de estas herramientas podemos adaptar las tareas a pacientes con diversas discapacidades. En la mayoría de ellas se posibilita el entrenamiento cognitivo a una amplia variedad de limitaciones físicas y discapacidades. Los dispositivos de entrada (inputs) incluyen pantallas táctiles, palancas de mando de ratón, teclados modificados e interruptores, trackballs, pantalla táctil, USB, PS/2. Nos permiten medir las puntuaciones, el mantenimiento de registros, los tiempos de respuesta, el cálculo resumido de las ejecuciones necesario para medir el progreso y proporcionar retroalimentación inmediata. Existe una gran flexibilidad en la elaboración de programas de intervención y nos proporciona un aprendizaje muy dinámico. Permiten graduar tanto el tiempo, como el número de estímulos y los diferentes parámetros en función de las necesidades del paciente. La adaptación de las tareas y la personalización aumentan la motivación del paciente. Es importante el feedback inmediato que se le da a cada paciente; además, se puede programar para darlo de la mejor ocasión posible. Permite controlar la evolución del paciente y controlar el rendimiento, así como presentar y registrar los resultados tras cada sesión de entrenamiento.

A su vez, es importante conocer las limitaciones de este tipo de herramientas, para poder minimizar las consecuencias negativas que pudieran tener en su aplicación. Algunas variables, como la falta de familiaridad con este tipo de tecnologías, las dificultades de su uso, la ausencia de contacto humano, la inexistencia de un feedback centrado en el proceso o la falta de consideración de variables emocionales podrían interferir en la rehabilitación del paciente. Estos aspectos son importantes contemplarlos para tenerlos en cuenta en el diseño de estas herramientas.

Como líneas futuras de trabajo para este tipo de herramientas, se deberían contemplar la integración multidisciplinar de todos los profesionales y perfiles que participan en la neurorrehabilitación (neurólogos, neuropsicólogos, psiquiatras, geriatras, logopedas, terapeutas ocupacionales, etc.) e intentar reflejar el mayor número de aspectos del trabajo de estos profesionales en el diseño de las tareas de rehabilitación. Las tareas deben tener un

valor ecológico y adaptarse a las necesidades del paciente para poder generalizarlas a otros aspectos de su vida. Es importante que integre la participación del mayor número de sujetos implicados en todo este proceso (clínicos, pacientes, familiares) y contemplen la intervención del máximo número de enfermedades y sujetos sanos que quieran aumentar su capacidad cognitiva. La herramienta será más completa si es capaz de contemplar diversos aspectos de la vida del paciente; aparte de entrenar el funcionamiento cognitivo, se intervendrá en aspectos de las actividades de la vida diaria, psicoeducación o habilidades sociales. Aún quedan muchos aspectos por cubrir sobre la neurorrehabilitación, así como estudios que demuestren la eficacia del uso de las mismas.

Financiación

Parte del proyecto ha sido financiado por AVANZA TRACTOR, ha sido aprobado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, dentro de la Acción Estratégica de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Subprograma Avanza Competitividad I+D+i, y financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses.

Bibliografía

- Butfield E, Zangwill OL. Re-education in aphasia; a review of 70 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1946;9:75–9.
- Zangwill OL. Psychological aspects of rehabilitation in cases of brain injury. *Br J Psychol Gen Sect*. 1947;37:60–9.
- Seelye AM, Schmitter-Edgecombe M, Das B, Cook DJ. Application of cognitive rehabilitation theory to the development of smart prompting technologies. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2012;5:29–44.
- Corbetta M. Functional connectivity and neurological recovery. *Dev Psychobiol*. 2012;54:239–53.
- Bayón M, Martínez J. Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación*. 2010;44:256–60.
- Mahendra N, Kim ES, Hopper T, Cleary SJ, Azum T. Evidence-based practice recommendations for working with individuals with dementia: Computer-assisted cognitive interventions (CACIs). *J Med Speech-Lang Pa*. 2006;13:34–44.
- Shatil E, Metzger A, Horvitz O, Miller A. Home-based personalized cognitive training in MS patients: A study of adherence and cognitive performance. *NeuroRehabilitation*. 2010;26:143–53.
- Malia K, Law P, Sidebottom L, Bewick K, Danziger S, Schold-Davis E, et al. Recommendations for best practice in cognitive rehabilitation therapy: Acquired brain injury, in practical innovation in cognitive rehabilitation therapy, T.S.f.C. Rehabilitation, Editor 2004, The Society for Cognitive Rehabilitation.
- Gontkovsky ST, McDonald NB, Clark PG, Ruwe WD. Current directions in computer-assisted cognitive rehabilitation. *NeuroRehabilitation*. 2002;17:195–9.
- de Norena D, Sanchez-Cubillo I, Garcia-Molina A, Tirapu-Ustarroz J, Bombin-Gonzalez I, Rios-Lago M. Effectiveness of neuropsychological rehabilitation in acquired brain injury (I): Attention, processing speed, memory and language. *Rev Neurol*. 2010;51:687–98.
- De Norena D, Sanchez-Cubillo I, Garcia-Molina A, Tirapu-Ustarroz J, Bombin-Gonzalez I, Rios-Lago M. Effectiveness of neuropsychological rehabilitation in acquired brain injury (II): Executive functions, behavioural modification and psychotherapy, and the use of the new technologies. *Rev Neurol*. 2010;51:733–44.
- Sandford JA. Cognitive training and computers: An innovative approach. In: Fine AH, Kotkin RA, editores. *Therapist's guide to learning and attention disorders*. USA: Elsevier Science; 2003.
- Herrera C, Chambon C, Michel BF, Paban V, Alescio-Lautier B. Positive effects of computer-based cognitive training in adults with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*. 2012;50:1871–81.
- Cicerone KD, Langenbahn DM, Braden C, Malec JF, Kalmar K, Fraas M, et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 2003 through 2008. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92:519–30.
- Franco MA, Orihuela T, Bueno Y, Cid T. Programa Gradior: herramienta de rehabilitación cognitiva por ordenador. Zamora: ED INTRAS; 2000.
- Fundación INTRAS [consultado 11 Feb 2013]. Disponible en: <http://www.intras.es/index.php/index.php>
- Fernandez E, Bringas ML, Salazar S, Rodríguez D, García ME, Torres M. Clinical impact of RehaCom software for cognitive rehabilitation of patients with acquired brain injury. *MEDICC Rev*. 2012;14:32–5.
- RehaCom [consultado 11 Fe 2013]. Disponible en: <http://www.hasomed.de/en/home.html>
- Tarraga 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. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2006;77:1116–21.
- Smartbrain. Disponible en: <http://www.hasomed.de/en/home.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. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57:594–603.
- Korczyn AD, Peretz C, Aharonson V, Giladi N. Computer based cognitive training with CogniFit cognitive performance above the effect of classic computer games: Prospective, randomized, double blind intervention study in the elderly. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*. 2007;3:S171.
- CogniFit [consultado 12 Feb 2013]. Disponible en: <http://www.cognifit.com/whats-cognifit>
- Pro, S.B.t. [consultado 12 Mar 2013]. Disponible en: <http://www.scientificbraintrainingpro.com/>
- Deppen P, Sarasin Bruchez P, Dukes R, Pellanda V, Vianin P. Cognitive remediation program for individuals living with schizophrenia (Recos): Preliminary results. *Encephale*. 2011;37:314–21.
- Tarpin-Bernard F, Croisile B. Conditions for maximizing effects of 90 days of brain training. *Scientific Brain Training*; 2012.
- Godde B, Noack CMG, Windisch C, Voelcker-Rehage C. Increased employability of the unemployed 50+ through cognitive training? Kingston: Queen's University; 2011.
- Kesler SR, Lacayo NJ, Jo B. A pilot study of an online cognitive rehabilitation program for executive function skills in children with cancer-related brain injury. *Brain Inj*. 2011;25:101–12.
- Kesler SR, Sheau K, Koovakkattu D, Reiss AL. Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense training: Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychol Rehabil*. 2011;21:433–54.

30. Finn M, McDonald S. Computerised cognitive training for older persons with mild cognitive impairment: A pilot study using a randomised controlled trial design. *Brain Impairment*. 2011;42:13–20.
31. Lumosity [consultado 12 Feb 2013]. Disponible en: http://www.lumosity.com/course_progresses/9082138
32. Neuronup [consultado 12 Feb 2013]. Disponible en: <http://www.neuronup.com/>
33. Neuro@Horme [consultado 12 Feb 2013]. Disponible en: <http://fivan.org/?p=2087>
34. ELENA [consultado 12 Feb 2013]. Disponible en: <http://www.brain-dynamics.es/>