

# Rehabilitación neuropsicológica en pacientes pre y posquirúrgicos de lobectomía temporal por epilepsia fármaco resistente

Neuropsychological rehabilitation in pre- and post-surgical temporal lobectomy patients for drug-resistant epilepsy

Yeiran Camilo Múnera Rodríguez<sup>1</sup>  , Yaira Zuleine Arias-Ramírez<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Facultad de Psicología; Universidad San Buenaventura; Medellín; Colombia.



## Correspondencia

Yeiran Camilo Múnera Rodríguez.  
 Email: [yeiran.munera@tau.usbmed.edu.co](mailto:yeiran.munera@tau.usbmed.edu.co)

## Citar así

Múnera Rodríguez, Yeiran Camilo; Arias-Ramírez, Yaira Zuleine. (2022). Rehabilitación neuropsicológica en pacientes pre y posquirúrgicos de lobectomía temporal por epilepsia fármaco resistente. *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud*. 4(1), 137-153. <https://doi.org/10.46634/riics.80>

**Recibido:** 17/08/2021

**Revisado:** 19/10/2021

**Aceptado:** 07/11/2021

## Editor

Jorge Mauricio Cuartas Arias, Ph.D. 

## Coeditor

Fraidy-Alonso Alzate-Pamplona, MSc. 

**Copyright** © 2022. Fundación Universitaria María Cano. La *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud* proporciona acceso abierto a todo su contenido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) (CC BY-NC-ND 4.0).

## Resumen

**Introducción.** La epilepsia del lóbulo temporal suele producir déficits mnésicos, atencionales y del lenguaje. En la mayoría de los casos, se trata con fármacos anti-epilépticos, pero falla en un tercio de ellos. Por tal razón, una opción terapéutica es la lobectomía temporal, que contribuye a menguar las crisis. Sin embargo, los procedimientos quirúrgicos pueden conllevar secuelas, entre ellas consecuencias a nivel cognitivo. Para contrarrestar dichos efectos, se acostumbra llevar a cabo una rehabilitación neuropsicológica que va en pro de recuperar, fortalecer y sostener en el tiempo habilidades que ya venían afectándose desde antes de la cirugía.

**Objetivo.** Brindar una reflexión en torno a la intervención neuropsicológica de la epilepsia en el lóbulo temporal.

**Método.** La reflexión sobre el tema parte de un interés clínico y posteriormente se fue ampliando a partir de la revisión de la literatura en diferentes bases de datos como PubMed, Medline y Scopus entre los años 2000 y 2021.

**Reflexión.** Son amplias las opciones terapéuticas a nivel neuropsicológico y pueden contribuir de manera positiva en la recuperación del paciente, por lo cual los profesionales requieren conocer las posibilidades de ello para poder utilizar las estrategias más adecuadas según cada caso y brindar opciones que beneficien la calidad de vida, teniendo en cuenta que ninguna es más efectiva que otra.

**Conclusión.** Como resultado, se presenta un panorama general de la rehabilitación neuropsicológica en pacientes pre y posquirúrgicos con lobectomía, haciendo énfasis en la rehabilitación neuropsicológica tradicional y la rehabilitación basada en inteligencia artificial, realidad virtual y computación.

#### Declaración de intereses

Los autores han declarado que no hay conflicto de intereses.

#### Disponibilidad de datos

Todos los datos relevantes se encuentran en el artículo. Para mayor información, comunicarse con el autor de correspondencia.

#### Financiamiento

Ninguno. Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

#### Descargo de responsabilidad

El contenido de este artículo es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa una opinión oficial de sus instituciones ni de la *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud*.

#### Contribución de los autores

**Yeiran Camilo Múnera Rodríguez:** curación de datos, investigación, administración de proyecto, recursos, escritura: borrador original, escritura: revisión y edición.

**Yaira Zuleine Arias-Ramírez:** conceptualización, análisis formal, metodología, administración de proyecto, supervisión, validación, visualización, escritura: revisión y edición.

## Palabras Clave

Cirugía de la epilepsia del lóbulo temporal; cirugía de la epilepsia; epilepsia del lóbulo temporal; entrenamiento cerebral; rehabilitación neuropsicológica; rehabilitación cognitiva; entrenamiento cognitivo; lobectomía temporal; epilepsia fármaco-resistente; epilepsia refractaria.

## Abstract

**Introduction.** Temporal lobe epilepsy usually produces mnemonic, attentional, and language deficits. In most cases, it is treated with antiepileptic drugs, but one third of them fail, so one therapeutic option is temporal lobectomy, which helps to reduce seizures. However, surgical procedures can have sequelae, including cognitive consequences. To counteract these effects, neuropsychological rehabilitation is usually carried out in order to recover, strengthen, and sustain in time skills that were already affected before the surgery.

**Objective.** To provide a reflection on the neuropsychological intervention of temporal lobe epilepsy.

**Method.** The reflection on the subject starts from a clinical interest and was subsequently expanded from the review of the literature in different databases such as PubMed, Medline, and Scopus between 2000 and 2021.

**Reflection.** There are many therapeutic options at the neuropsychological level and they can contribute positively to the patient's recovery, so professionals need to know the possibilities in order to use the most appropriate strategies according to each case and provide options that benefit the quality of life, taking into account that none is more effective than the other one.

**Conclusion.** As a result, an overview of neuropsychological rehabilitation in pre- and post-surgical patients with lobectomy is presented, with emphasis on traditional neuropsychological rehabilitation and rehabilitation based on artificial intelligence, virtual reality, and computation.

## Keywords

Temporal lobe epilepsy surgery; epilepsy surgery; temporal lobe epilepsy; brain training; neuropsychological rehabilitation; cognitive rehabilitation; cognitive training; temporal lobectomy; drug-resistant epilepsy; refractory epilepsy.

## Introducción

La epilepsia es una enfermedad del sistema nervioso central (SNC), caracterizada por crisis convulsivas repentinas que son provocadas por una actividad electroquímica anormal de las neuronas en un lugar específico del cerebro [1]. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la epilepsia puede definirse como una enfermedad cerebral no transmisible y de carácter crónico, que afecta a personas de todas las edades [2]. Existen aproximadamente en todo el mundo cincuenta millones de personas que la padecen [3] y según la ONU, de esos cincuenta millones de personas, cinco millones viven en Latinoamérica y el Caribe [4]. Actualmente, se estima que en Latinoamérica la población asciende a un poco más de seiscientos millones de habitantes y la prevalencia de la epilepsia es muy diversa según cada región. La

prevalencia en Cuba es de 3,4 casos por cada mil habitantes, 57 casos por cada mil habitantes en Panamá y 22,7 casos por cada mil habitantes en Colombia, lo cual parece evidenciar poca simetría en función de la prevalencia general de la región, mostrando mucha variabilidad estadística entre los países, y, por ende, difícilmente pueda establecerse una media general para Latinoamérica y el Caribe por dicha diversidad. En muchos casos, esta puede explicarse porque en algunos países de la región gran parte de la epilepsia se da en zonas rurales carentes de salubridad, en donde la neurocisticercosis parece ser la primera causa de epilepsia [5].

A nivel nacional, la Asociación Colombiana de Neurología (ACN) reporta unos 450.000 colombianos con esta enfermedad, representando al 1,3% de la población del país y, según la ACN, ocupando el primer puesto de mortalidad en cuanto a enfermedades neurológicas no transmisibles [6]. En el 70% de los casos se puede tener un control de las crisis con base en un tratamiento farmacológico antiepiléptico (FAE), siempre y cuando se realice un diagnóstico preciso y a tiempo, además de la adherencia al tratamiento requerida por parte del paciente para respetar las pautas de dosificación del fármaco que se le prescriba. Los medicamentos más utilizados son la Carbamazepina, el Ácido Valproico, el Fenobarbital y la Fenitoína [7].

En el 30% de los casos restantes, las crisis convulsivas reaparecen, a pesar de implementar fármacos antiepilépticos (FAE), indicando la existencia de una epilepsia fármaco-resistente (EFR). Según la Liga Internacional contra la Epilepsia (ILAE), puede definirse como un tipo de epilepsia en donde las crisis epilépticas son persistentes a pesar de haber implementado al menos dos tipos distintos de medicación [8]. Como consecuencia de la EFR, la calidad de vida del paciente se ve fuertemente deteriorada, acarreando repercusiones psicológicas, neuropsicológicas y limitaciones sociales en los ambientes donde normalmente se desenvuelve, y perdiendo de manera progresiva autonomía para desempeñar las tareas de un adulto promedio.

Dentro de las EFR se encuentran las epilepsias focales, las cuales se diferencian de acuerdo a un foco epileptogénico (FE) específico. Entre ellas están las epilepsias del lóbulo temporal (ELT), que requieren de alternativas terapéuticas que le permitan al paciente mejorar su calidad de vida, como lo son los procedimientos quirúrgicos y las intervenciones interdisciplinarias, que incluyen especialidades como la neurofisiología, la neurología, la neurocirugía, la psicología, entre otras. Debido al importante papel que tiene el lóbulo temporal (LT) a nivel de procesos cognitivos y específicamente en los relacionados con la memoria, se encuentran pacientes con alteraciones cognitivas que requieren un abordaje neuropsicológico, tanto para valorar el perfil cognitivo como para proponer un plan de rehabilitación neuropsicológica (RN).

El rol del neuropsicólogo en todo este panorama debe girar en torno a una actividad profesional que de manera global tenga siempre presente los aspectos neurofisiológicos y neuroanatómicos de mayor importancia en la EFR, para que a la luz del conocimiento científico se realicen procesos de evaluación neuropsicológica (EN) y rehabilitación neuropsicológica (RN) efectivos.

A partir de lo anterior, el presente artículo pretende centrarse en la ELT y en las diversas herramientas utilizadas para su RN pre y posquirúrgica, en función de si pertenecen a una línea más tradicional o por el contrario más moderna, buscando determinar si existe evidencia empírico-analítica suficiente para establecer cuáles de todas ellas son más efectivas en comparación con las demás, y contrastando los efectos positivos que se produjeron en pacientes intervenidos a través de ambas líneas a corto, mediano y largo plazo en distintas investigaciones llevadas a cabo en diversas partes del mundo (algunas de ellas también buscaban delimitar si unas estrategias eran más beneficiosas que otras).

## Reflexión

La RN en ELT ha alcanzado un nivel altamente especializado de intervención clínica con respecto a la ubicación del foco epileptogénico y al impacto funcional que ello implica. Dependiendo de esto se analizan los procedimientos terapéuticos y el plan a seguir en cada caso. Sin embargo, aún no es muy clara la línea divisoria entre qué procedimientos resultan ser más eficaces que otros, pues no existe un consenso general en temas de eficacia, a pesar de que se ha avanzado en gran medida en esta materia [9]. Las diversas investigaciones expuestas en el presente artículo lo demuestran, pues si se comparan los resultados que arrojaron algunas de ellas entre sí, encontramos diferencias importantes, aun teniendo en cuenta que en todas ellas hubo efectos positivos en el paciente, sin importar el tratamiento empleado, aunque no está de forma unificada el nivel de efectividad y el orden jerárquico que ello implica entre un procedimiento u otro. Bajo este escenario, la RN enfrenta un gran desafío, al seguir vivo el debate que busca una respuesta clara para determinar estos límites y establecer, según la evidencia, el avance científico y el progreso tecnológico en esta materia, logrando determinar, además de los procedimientos de RN más idóneos, la intensidad y frecuencia de dichas intervenciones y las especificidades clínicas y sociodemográficas de los pacientes beneficiados con ello [10].

Comúnmente, en esta discusión se suele sobreponer la mirada en la calidad del método a emplear, teniendo en consideración su sofisticación y complejidad tecnológica, lo cual, de entrada, hace pensar que las intervenciones clínicas en donde se tiene acceso a programas de RN basada en inteligencia artificial, cascos de realidad virtual (RV), simuladores computacionales o aplicaciones de celular, resultarán ser más efectivos que las líneas de intervención tradicional basadas en ejercicios de papel y lápiz, con presencia también de ayudas externas como recordatorios, calendarios, libretas, rompecabezas, puzzles, sopas de letras, crucigramas, alarmas, entre otras. Esta postura se ve notablemente marcada por un sesgo que se sostiene sobre el prejuicio de pensar que mientras más compleja y moderna es una herramienta tecnológica enfocada en RN, más competente y eficaz será para el tratamiento del paciente, lo cual no en todos los casos es necesariamente cierto, dejándonos así con un problema adicional: la influencia que pueden tener las creencias de un profesional en RN no solo sobre las herramientas usadas en sus intervenciones, sino además sobre sus propias investigaciones científicas y conclusiones al respecto. Lo anteriormente descrito puede demostrarse por medio de los teléfonos celulares usados como ayudas externas en RN, dado que sin importar su marca, diseño, modelo, año de fabricación o capacidad de memoria interna, a la hora de programar un recordatorio, todos aquellos que cuenten con un calendario inteligente en el que pueda agendarse una cita, ejecutarán la tarea de recordar de la misma forma, variando solamente el estímulo utilizado, ya sea un sonido repetitivo, una vibración fuerte y constante, o inclusive una llamada automatizada, como sucede con la aplicación Call Planner [11].

En los últimos años se han venido desarrollando importantes avances en tecnología y su debida aplicación en RN enfocada en ELT [12], pero como investigadores y neuropsicólogos es importante aprender a reconocer la existencia de problemas humanos al interior de dichos avances, ya que se puede desconocer una parte esencial del mismo. De esta manera, por esmerarnos en el desarrollo de estrategias en donde la presencia de tecnología sea mayor, nos hemos olvidado de la naturaleza altamente reactiva de nuestro cerebro y lo irrelevante que es para él el origen del estímulo o la necesidad a la que haya que responder. Es decir, se espera que la memoria de trabajo, por ejemplo, siempre se active y se estimule cada vez que el paciente necesite recordar los ingredientes de una lista de compra, teniendo en cuenta aquellos que ya adquirió, en donde no solo deberá filtrar información que ya no necesita, como los ingredientes ya comprados, sino que además deberá evocar los nombres de aquellos que aún

faltan por comprar, sin importar si se está utilizando un juego de mesa físico o digital, una simulación de RV o una aplicación de celular para imitar un escenario cercano a la realidad del ejercicio. Todo lo que importa es estimular con una intensidad y frecuencia que permita el fortalecimiento de las habilidades propias que disminuyeron en función de la profundidad del daño provocado por la ELT. Siendo así, la premisa central aquí es que el cerebro solo necesita buena estimulación a través de ejercicios que trabajen procesos neuropsicológicos específicos; ya la herramienta utilizada es un asunto a resolver con base en las decisiones del profesional a cargo o el acceso económico que tenga una institución particular para usar aparatos tecnológicos de última generación. Sin embargo, es importante reconocer que la intención no es desmeritar ni mucho menos invalidar el esfuerzo de los miles de investigadores que día a día se encargan de velar por la creación, desarrollo, aplicación, mejoramiento e investigación de estas tecnologías en el campo de la RN, destacando las importantes contribuciones que hacen a la ciencia en esta área, más bien, lo que se pretende realizar es poner en tela de juicio y demostrar por medio de una recolección, análisis y comparación detallada y crítica de investigaciones previas en el tema, en donde se usaron tanto estrategias tradicionales como estrategias tecnológicas, el hecho de que aún no se cuenta con evidencia empírico-analítica suficiente para determinar con claridad qué línea de intervención clínica en función de sus herramientas es más efectiva que las demás, cuando estamos hablando de RN en ELT. Este problema se sustenta sobre la naturaleza extremadamente ejecutiva del cerebro humano, probando así que la aplicación de tecnologías altamente optimizadas en estos procesos se trata más de un lujo en el tratamiento de pacientes con condición epiléptica que de una necesidad real, lo que subraya así nuestra postura crítica frente a la evidencia encontrada hasta ahora.

Para argumentar dicha postura, nos permitimos entonces presentar de manera amplia investigaciones en RN aplicada a ELT pre y posquirúrgica por lobectomía temporal, realizadas en diversas partes del mundo, en las cuales se utilizaron estrategias, métodos, ejercicios y planes de intervención basados tanto en líneas tradicionales como en líneas más modernas, y cuya base fue el uso de la tecnología, contrastando a lo largo del presente artículo los resultados arrojados por cada una de ellas.

## Intervención en epilepsia fármaco resistente y epilepsia del lóbulo temporal

### *Procedimientos Quirúrgicos*

La condición de EFR y su impacto en la calidad de vida implican que sea necesario brindar otras opciones terapéuticas distintas a la medicación. Una de esas posibilidades son las intervenciones quirúrgicas (IQ) para remover el FE. Las IQ se realizan de manera parcial o total [13]. En muchos casos, el FE solo logra localizarse con una cirugía previa: la cirugía de implantación de electrodos [3]. Existen varios tipos de IQ para la EFR y cada uno se ejecuta en función de la zona a tratar: callosotomía, hemisferectomía, hemisferectomía funcional, lobotomía cerebral, lobectomía frontal, lobectomía temporal, entre otras. A día de hoy solo dos tipos de cirugía son las más extensamente utilizadas: la extirpación del FE y la división parcial o total del cuerpo calloso [14]. En el caso de la ELT, la cirugía que debe llevarse a cabo es la lobectomía temporal, que consiste en la extirpación completa o parcial del lóbulo temporal (LT), en función de la porción encefálica que esté produciendo el FE, es decir, la extracción quirúrgica de la zona del LT en donde las neuronas estén presentando las alzas anormales en actividad eléctrica, que, en ocasiones, comprende porciones pequeñas, y en otras, el lóbulo entero [15]. En términos generales, la LTU se refiere a la extirpación total o parcial en solo

uno de los dos lóbulos temporales [15]. Con base en la neuroanatomía del LT, pueden ejecutarse tres tipos de lobectomía temporal: superior, mesial y anterior. En algunos casos, no se realiza la lobectomía temporal, sino que, en preferencia, se procede con la amigdalohipocampectomía, dependiendo de la diseminación neurofisiológica de las crisis.

Ahora bien, con respecto a los déficits cognitivos preoperatorios, se ha propuesto desde diferentes autores [16-18] que las manifestaciones clínicas y neuropsicológicas más características de la ELT se pueden resumir en las siguientes categorías: déficits en atención-concentración, déficits mnésicos, déficits en la velocidad de procesamiento y déficits lingüísticos [17]. Las dificultades atencionales y de concentración normalmente giran en torno a la atención sostenida y se reporta en mayor medida en los casos donde existen crisis generalizadas [16], mientras que los déficits en la memoria son más específicos en términos de la memoria verbal, la memoria visoespacial, la memoria lógica, la memoria no-verbal y la memoria de trabajo, dependiendo de la zona y el nivel de deterioro mnésico [16]. Con respecto a la velocidad de procesamiento y el lenguaje, se ha reportado que la gravedad del deterioro en estas áreas dependerá de factores como la edad de inicio de las crisis, los tipos de crisis, la frecuencia, la gravedad del daño y el tipo de medicación que se consumió, puesto que algunos estudios sugieren que el consumo de ciertos tipos de FAE generan efectos cognitivos adversos alrededor del lenguaje, si se consumen a largo plazo [18]. A su vez, dichos déficits están delimitados no solo por la funcionalidad cognitiva explorada, especialmente en los procesos mnésicos del lóbulo, sino en la lateralización precisa del FE que impacta el hemisferio derecho, izquierdo o de forma bihemisférica.

Si bien la LTU constituye la intervención más efectiva a la hora de tratar la EFR en la ELT, debido a que se considera que puede implicar un alto porcentaje en disminución o incluso en ausencia de las crisis, puede conllevar a secuelas posoperatorias que se expresan a manera de déficits cognitivos. Los más comunes son: déficits de memoria verbal, no verbal, memoria visual, síndromes amnésicos globales, fallas en memoria semántica, episódica y no declarativa [19], problemas de atención focalizada, deterioro de la prosodia y algunos aspectos del lenguaje [20]. Entre los menos comunes se encuentran la prosopagnosia [21] y los déficits motores secundarios por accidente cerebrovascular posoperatorio (ACV) [22]. Para minimizar estas consecuencias, la RN acude a un amplio abanico de herramientas, técnicas, tareas y ejercicios que pueden mitigar el alcance de dichos efectos secundarios, pero los procedimientos son bastante diversos y no se cuentan con suficientes investigaciones que permitan delimitar mayor efectividad entre uno y otro.

### ***Procedimientos de intervención neuropsicológica***

#### **Rehabilitación neuropsicológica**

La literatura científica sugiere que el concepto de “rehabilitación neuropsicológica” alude al vasto conjunto de técnicas y métodos usados en función de recuperar habilidades cerebrales que se han perdido, ya sea de manera parcial o total a causa de una circunstancia ajena a la normalidad [23]. Las neurocirugías son parte de dichas circunstancias, debido a que son intervenciones invasivas que alteran el funcionamiento y el orden natural del SN, el cual no es una estructura estática e inalterable, sino dinámica y maleable, cuya mayor ventaja es su capacidad para adaptarse tanto a cambios estructurales como funcionales, capacidad conocida como neuroplasticidad [24]. Incluso en patologías como la epilepsia, este aspecto ha empezado a ser motivo de estudio, utilizando procedimientos de neuromodulación invasiva y entrenamiento cognitivo [25].

Esta capacidad es la que permite que la RN funcione, debido a que se utiliza su máximo potencial para optimizar el funcionamiento cerebral y en consecuencia readquirir o fortalecer habilidades perdidas por daño cerebral adquirido o congénito, que pueden evidenciarse a partir de técnicas de imagenología cerebral. La plasticidad neuronal posibilita darle un fundamento científico a partir de fenómenos biológicos a los procedimientos de RN [26].

La RN se fundamentó en tres enfoques principales planteados por O.L. Zangwill en el Reino Unido: la compensación, la sustitución y el aprendizaje [27]. Estos enfoques se han constituido en tres pilares fundamentales que tienen vigencia en la actualidad, los cuales son: la restauración, entendida como todo ejercicio sobre el cual el profesional trabaja directamente sobre la función comprometida; la sustitución, cuyo objetivo principal es permitir que el paciente interiorice estrategias distintas a las que tuvo antes del daño, para mitigar el impacto de su nueva condición clínica; finalmente, la compensación, que es cuando el daño cerebral produce tanto impacto y perjuicio, que solo se puede trabajar sobre las capacidades menos afectadas [28,29].

### **Evaluación neuropsicológica preoperatoria y posoperatoria de la epilepsia del lóbulo temporal**

La epilepsia posee un alto espectro de etiologías y clasificaciones, lo cual es un aspecto de gran consideración si se pretenden detectar las alteraciones cognitivas implicadas con mayor precisión. Desde el ámbito de las neurociencias se ha propuesto que es menester analizar el nivel de deterioro del paciente con énfasis en la edad, los tipos de crisis y la frecuencia con la que estas se dan, la zona de origen epileptogénico, los tratamientos previos, entre otros [30]. La valoración tiene en cuenta la escala Engel, la cual se clasifica en cuatro niveles por rango de aparición en las crisis posoperatorias, yendo desde la desaparición de crisis incapacitantes hasta un nivel con poca o nula mejoría tras la operación [31].

En el caso de la ELT, es esencial identificar y evaluar a los pacientes que puedan ser potenciales candidatos a cirugía. Para ello se requieren diversos exámenes de imagenología y de neurofisiología, para examinar la lateralización del FE, y, a su vez, de una EN preoperatoria, para la lateralización de las funciones cognitivas. En dicha evaluación se valoran los procesos cognitivos de forma amplia, aspectos emocionales, comportamentales, las habilidades adaptativas y funcionales. Dentro de los procesos cognitivos se hace más énfasis en el lenguaje y la memoria, los cuales se ven mayormente afectados en la LTU.

Además de la EN preoperatoria, en ocasiones se requiere de la implementación del test de Wada para ampliar aspectos de lateralización y funcionalidad cerebral en términos mnésicos y neurolingüísticos [32]. Dicho test es una estrategia clínica que nos permite evaluar de manera independiente el desempeño cognitivo de un hemisferio a la vez, teniendo en cuenta que el hemisferio contralateral al activo se encuentra adormecido, debido al efecto metabólico de una medicación aplicada vía una inyección intracarotídea [30,33]. Se ejecuta a partir de una intervención multidisciplinaria *in situ*, en donde se encuentra el neuropsicólogo y otros profesionales. Entre las tareas lingüísticas más comunes que se realizan en el test, se encuentran las de denominación y comprensión, además de algunos ejercicios que implican repetición y conteo numérico para evaluar la memoria [32,34]. En algunos casos no se realiza el test de Wada, sino que, en función de las necesidades clínicas, se realiza el de la exploración neurocognitiva con electrodos profundos [35].

Estas son algunas de las estrategias para estimar la lateralización de las funciones cognitivas en candidatos potenciales a cirugía del LT. Teniendo en cuenta lo anterior, podrá definirse cuál es el hemisferio a intervenir y si dicho procedimiento quirúrgico es el más pertinente de acuerdo a las condiciones particulares del paciente, analizando las posibles consecuencias a corto, mediano y largo plazo, debido a la coexistencia de estructuras implicadas en funciones cognitivas importantes, que a su vez hacen parte del FE [36]. Con base en los resultados de una EN previa, podrá preverse con mayor precisión qué tan afectadas se verán algunas esferas de la cognición, e incluso en algunos casos no se recomienda realizar la intervención quirúrgica, debido a que se puede esperar un mayor deterioro en habilidades cognitivas si esta se realiza, lo cual a largo plazo implicaría un declive en términos de la calidad de vida del paciente. Una EN completa deberá evaluar las habilidades cognitivas por medio de protocolos que giren en torno al rendimiento cognitivo global, la reserva de habilidades y la dominancia manual [37]. Dicha EN hará parte de los exámenes requeridos por la junta de epilepsia en el análisis de la pertinencia de la cirugía para cada caso.

Por otro lado, también es importante destacar la importancia de una EN posquirúrgica, debido a que una comparación de los resultados entre la evaluación previa y la posquirúrgica permitirá conocer a fondo qué habilidades se vieron más afectadas que otras por la cirugía realizada en medio de ambas evaluaciones. Además, esto siempre permite contrastar las habilidades que no se perdieron ni se afectaron, y que, de hecho, mejoraron gracias a la LTU [38]. Específicamente en los pacientes con antecedentes de esclerosis hipocámpal se reportan en las EN posoperatorias ganancias y pérdidas en su desempeño cognitivo [39].

Se sugiere que los protocolos y las pruebas utilizadas para ambas EN tengan relación y valoren plenamente los procesos cognitivos, haciendo énfasis en la EN de la memoria no verbal y verbal y en el lenguaje funcional.

### ***Rehabilitación neuropsicológica en epilepsia del lóbulo temporal***

No existen datos convincentes hasta ahora que permitan identificar de manera clara qué tanto se ha utilizado la RN en el tratamiento de la epilepsia a nivel latinoamericano y cuáles han sido sus efectos de manera general. La literatura es vasta en términos de la presentación de casos y estudios aislados en función de sus instituciones de origen. A nivel colombiano, se ha optado por una RN específica de la epilepsia en el lóbulo frontal y la ELT, pues ambos tipos de epilepsia representan la mayor parte de los casos referenciados en dicho país [30].

La RN, a pesar de ser una de las tantas partes que dan solidez, forma y funcionalidad a todo el proceso de atención clínica a los pacientes, constituye solo una fracción de un apartado amplio en el que se abarca una variedad extensa de información relacionada con metodologías de abordaje, en función de la mitigación de las secuelas de LTU para la EFR. Se ha propuesto que inclusive la RN empieza desde antes de la cirugía en términos de la preparación cognitiva, estimulación cerebral, reforzamiento y ejercitación de las habilidades lingüísticas y de memoria que posiblemente se vean afectadas por la futura intervención [40,41]. Esto se debe a que mientras más se domine una habilidad en específico, existirán más redes neuronales en el área cerebral a tratar quirúrgicamente. Estas tienen en común una misma ejecución o respuesta, por ende, en caso de una cirugía invasiva como lo es la LTU, no se perderán todas las redes implicadas en las tareas que ya se habían aprendido previamente [40]. Sin embargo, la mayoría de los estudios sugieren que la rehabilitación

cognitiva empieza después de la intervención [19-20,34,42]. Si bien existen varios enfoques de RN, muchos de ellos enfatizan en la importancia que tiene la restauración de habilidades afectadas por la EFR, mientras que otros hacen mayor énfasis en el desarrollo de habilidades autónomas por medio de ayudas tanto internas como externas [43]. Otros, inclusive, optan por hacer gran uso de las nuevas tecnologías, como lo son la realidad virtual [41] y las plataformas basadas en computación, como Lumosity (36). Pero más allá de la diversidad de estrategias, en la literatura es poco claro cuáles son más efectivas que otras en función de la restauración, la sustitución y la compensación.

Es de interés para el neuropsicólogo conocer los efectos positivos y clínicamente alcanzables de una intervención neuropsicológica aplicada a pacientes posquirúrgicos de LTU por EFR, por lo que a continuación se describirán los efectos de dicha intervención a través de distintas estrategias. Todas las estrategias revisadas entran en un amplio espectro que cubre la rehabilitación tradicional con ejercicios de papel y lápiz, la rehabilitación basada en computación y plataformas digitales, la rehabilitación por medio de realidad virtual, la rehabilitación basada en estimular ambientes naturales por medio de ayudas externa e internas, las estrategias de rehabilitación que usaron herramientas basadas en inteligencia artificial, entre otras.

### **Rehabilitación neuropsicológica tradicional**

La RN tradicional es un amplio conjunto de estrategias, herramientas, tareas y terapias de mayor uso al interior del consultorio a la hora de llevar a cabo una rehabilitación, siempre y cuando estén por fuera de cualquier ayuda tecnológica. Básicamente, es un término que puede aplicarse a cualquier estrategia de intervención clínica de largo historial que tenga como objetivo ayudar a sobrellevar o reducir la pérdida de habilidades cognitivas a causa de daño cerebral congénito o adquirido [44]. Dentro de esta definición caben las ayudas externas e internas, las tareas de papel y lápiz, la psicoeducación, los ejercicios mentales, como el método de Loci, las terapias del lenguaje, la terapia ocupacional, los puzzles, rompecabezas, juegos de azar, entre otras. No es fortuito que se le llame “tradicional” a este enfoque, visto que por obvias razones cuenta con un abanico amplio de investigaciones alrededor de la eficacia clínica de sus técnicas más habituales, como por ejemplo las investigaciones de Kylie Radford, llevadas a cabo en Australia, en donde programas de entrenamiento en memoria que están basados en psicoeducación han demostrado ser eficaces para optimizar los resultados en pruebas de memoria anterógrada, aprendizaje auditivo y memoria prospectiva [45], o los estudios de Tracier Caller, en los que las intervenciones basadas en el autocuidado de la disfunción cognitiva han mejorado notablemente la calidad de vida de los adultos con epilepsia [46].

Por otra parte, las investigaciones que han utilizado ayudas externas e internas (calendarios, alarmas, dispensadores de pastillas, celulares, listas de chequeo, agendas, sopas de letras o rompecabezas y el método de Loci) han demostrado ser igual de eficaces en comparación con enfoques en donde se utilizan herramientas tecnológicas, como se demostró en el Reino Unido [40], donde se desarrolló una investigación que comparaba los resultados de dos grupos: unos rehabilitados vía la computación y otros vía herramientas tradicionales. Los resultados demostraron que no existen diferencias significativas entre las ganancias de un grupo con referencia al otro. Inclusive, existen investigaciones basadas en RN tradicional llevadas a cabo en Oriente, como por ejemplo la investigación de Mevhibe Saricaoglu en Turquía, en donde se demostró en dos pacientes con LTU la utilidad de las ayudas externas e internas para la adaptación y reintegración social de los pacientes que han sufrido de cirugías para la EFR. Este proceso se sostuvo a lo largo de seis meses en donde los pacientes incremen-

taron sus funciones atencionales, a la par de fortalecer sus habilidades en memoria visual y funciones ejecutivas, lo cual no solo demuestra la enorme ganancia de las tareas simples que puede ofrecer la RN tradicional, sino que además se demuestra de manera indirecta la universalidad de la misma [47].

Probablemente la notable extensión mundial de la RN tradicional se deba a que representa una propuesta simple de ejecutar, que no necesita muchos recursos para implementarse, los ejercicios pueden aplicarse de forma casera por parte de los familiares o amigos del paciente, y, sobre todo, que, a pesar de su aparente simplicidad, funciona igual que otras estrategias.

### **Rehabilitación neuropsicológica basada en inteligencia artificial, realidad virtual y computación**

El uso de la inteligencia artificial (IA) en escenarios clínicos de relevancia resulta ser muy eficaz debido a su alta capacidad predictiva y analítica en procesos de neurorrehabilitación e investigación neurocientífica, porque permite analizar grandes grupos de datos en dichos procesos para tomar las mejores decisiones, en función de mitigar los daños colaterales de todo tipo de neuropatologías. De hecho, se ha demostrado por medio de revisiones sistemáticas de la literatura que el uso de redes neuronales artificiales permite una notable mejora en los procesos de recuperación de pacientes con lesiones cerebrales tanto adquiridas como congénitas, debido a que se toman decisiones más precisas por parte del equipo de profesionales gracias a los patrones que la IA encuentra en sus observaciones [48]. Sin embargo, algunos autores están de acuerdo con que el uso de la IA en los procesos clínicos aún es muy limitado y poco explorado, por lo que actualmente su uso no va más allá de funcionar como una herramienta predictiva, en función de hacerse una idea anticipada de los posibles resultados al final del proceso, y que puede interpretarse como una segunda opinión para el paciente y los profesionales de parte del algoritmo [48-49].

La rehabilitación neuropsicológica basada en realidad virtual (RV) y computación representa un enfoque de investigación multidisciplinar en el que convergen avances en neurociencias e informática, creando así un campo científico de corta trayectoria, pero con un gran atractivo.

En primera instancia, la RV ha sido ampliamente utilizada no solo como estrategia de rehabilitación, sino que, en muchos otros casos, se ha utilizado como una herramienta válida para la evaluación del desempeño cognitivo general de muchas condiciones neuropatológicas. Además, cuenta con antecedentes importantes desde hace más de una década. Diversos estudios e investigadores especializados en neurociencias alrededor de todo el mundo han utilizado esta herramienta para perfeccionar los procesos clínicos y avanzar hacia la optimización de sus intervenciones [41,50-54]. Este enfoque de rehabilitación se ha venido implementando en la neuropsicología desde hace casi dos décadas y surgió de la necesidad de actualizar y ampliar el abanico de herramientas disponibles para los profesionales y pacientes en diversidad de condiciones [52]. Desde entonces, el uso de la RV se ha expandido drásticamente y se ha convertido en una constante de la investigación neurocientífica y existe amplia bibliografía respecto a su eficacia en tareas espaciales, déficits de memoria y atención.

A pesar de que el uso de esta tecnología no es una novedad, al interior de la comunidad científica sigue existiendo un amplio debate respecto a los alcances, límites y posibilidades de la computación [55] y de la RV [56] en función de su uso en la RN, debido a que la gran apuesta de estas herramientas como estrategias alternativas a la RN tradicional es simular escenarios que se viven diariamente, en los cuales el paciente debe valerse de su desempeño

mental para solucionar cada problemática que se le vaya presentando, sumergiéndolos en mundos tridimensionales más allá del lápiz y el papel. Por ejemplo, un estudio del 2014 realizado en Alemania con catorce pacientes, que se basó en la RV como estrategia de rehabilitación, ha demostrado que el número de compras correctas, decisiones que involucren la memoria de trabajo, la ubicación espacial en supermercados, realización de checklist de compras y el reconocimiento y evocación de tareas pendientes por realizar, fueron esferas que se vieron altamente impactadas de manera positiva después de haber simulado estar en un supermercado por medio de la tecnología VR a lo largo de ocho días [41]. Esto ya se había demostrado antes en estudios previos llevados a cabo por el mismo equipo de investigadores, con poblaciones similares abordadas por medio de la misma estrategia [57].

En contraste, un estudio de casos y controles basado en RV realizado en España probó que los pacientes con EFR no operada pueden ejecutar tareas de aprendizaje y navegación espacial en las que la evocación de espacios físicos es vital, aunque les lleve mucho más tiempo en comparación con la población sana [58]. Otro estudio llevado a cabo por el mismo equipo de investigadores, también en población con EFR no operada, pero en el 2011, demostró exactamente lo mismo: los pacientes con EFR no operada tienen un desempeño drásticamente inferior a la población sana, puesto que cometen más errores y sus estrategias a la hora de ejecutar las tareas en espacios de RV eran menos efectivas [59]. Investigaciones similares en donde se han evaluado la memoria episódica, la navegación espacial y la memoria topográfica, aplicadas en Londres [60] y en Suiza [61], han obtenido resultados equivalentes, que a la larga sugieren que una RN prequirúrgica basada en RV en esta población es completamente posible, pero se espera que sea poco efectiva.

Con respecto a la computación, un estudio llevado a cabo en el Reino Unido, en donde se comparó el resultado en el desempeño cognitivo entre pacientes posquirúrgicos de LTU que usaron un software de entrenamiento cognitivo basado en juegos como el Lumosity y un grupo de pacientes que fueron abordados por medio de la rehabilitación tradicional, demostró que, a pesar de que en ambos grupos se obtuvieron ganancias en el desempeño mnésico, no hubo evidencia suficiente para determinar si el entrenamiento basado en computación era más efectivo que el tradicional [40]. Sin embargo, existen estudios que sugieren, por un lado, que Lumosity tiene un mayor impacto en la reducción de síntomas depresivos que en la mejoría de la memoria [43], mientras que, por otro lado, algunos apoyan la idea de que las herramientas tecnológicas tienen mayor sensibilidad a la rehabilitación y evaluación neuropsicológica que los procedimientos clásicos, debido a que sostienen que los procedimientos clásicos no abordan a cabalidad todo lo que representan algunas esferas cognitivas, como la memoria episódica [50].

Finalmente, un metaanálisis realizado en el 2016, que trabajó con dieciocho artículos que giraban en torno a la evaluación y rehabilitación neuropsicológica basada en RV, concluyó con base en sus resultados que las intervenciones basadas en RV pueden ser igual o más sensibles (dependiendo del caso) a la detección tradicional del deterioro cognitivo y recuperación de habilidades en condiciones donde el daño cerebral es adquirido, como lo es la LTU [54].

A pesar de representar una alternativa muy efectiva, accesible y que incluso se puede usar de manera remota, el enfoque de RN basado en computación y RV no posee hasta ahora evidencia empírica lo suficientemente sólida como para apoyar la idea de que es más efectiva que los enfoques tradicionales. Esto puede explicarse por la naturaleza extremadamente ejecutiva del cerebro: responderá a las demandas del ambiente sin importar su procedencia. Por

ejemplo, sin importar si un laberinto está trazado en una hoja de papel, está modulado en una computadora o se le presenta al paciente en un casco VR, sigue siendo un laberinto y encontrar la salida es lo único que importa, más allá de la herramienta utilizada para materializarlo. El cerebro no discrimina según la tecnología; él solo sabe ejecutar tareas.

## Conclusiones

Para empezar, a pesar del enorme esfuerzo por identificar diferencias significativas en términos de la eficacia de la RN entre unas estrategias y otras, actualmente no existe evidencia empírica lo suficientemente significativa para determinar qué estrategia produce mejores resultados cognitivos en comparación con las demás. En sumatoria, proponemos que el esfuerzo no debería enfocarse en crear nuevas herramientas que pretendan ser más efectivas, sino en permitir que el paciente pueda acceder a mayor cantidad de sesiones, debido a que la eficacia de una estrategia no reside en la herramienta que se usa, sino en la cantidad de estimulación que el paciente recibe por la naturaleza adaptativa de la neuroplasticidad cerebral.

Por otro lado, cabe recalcar que, independientemente de la estrategia que se implemente, sigue existiendo gran respaldo de la evidencia científica para asegurar que la RN es necesaria en el proceso de recuperación y reintegración social de los pacientes que han atravesado una LTU, debido a su alta efectividad clínica, sin importar qué herramientas se utilicen al interior de esta.

Adicionalmente, se hace visible no solo el amplio abanico de posibilidades que tienen los pacientes pre y posquirúrgicos de EFR del LT para tratar su condición, sino también la gran ventaja de que todas las estrategias, hasta ahora, han mostrado ser eficaces.

Finalmente, es importante mencionar que el presente artículo no pretende dar respuestas definitivas, más bien se trata de una compilación y revisión para exhibir un panorama general y una postura crítica frente al conocimiento acumulado hasta ahora. En consecuencia, lo que pretendemos aquí es incentivar la realización de futuras revisiones y reflexiones críticas por parte de otros investigadores, en términos de la eficacia de las herramientas usadas en materia de RN en EFR, para mantener el conocimiento de dicha área en constante movimiento.

## Referencias

1. Fisiopatología de la epilepsia. Revista de la facultad de medicina (Méx.) [Revista en Internet]. 2016 oct [citado 2021 Nov 21];59(5):37-41. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422016000500037&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000500037&lng=es).
2. Organización de las Naciones Unidas. Noticias ONU. [2019 enero 24] Recuperado el 13 de mayo de 2020. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/01/1449982>
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Organización Mundial de la Salud. [2019 junio 20] Recuperado el 07 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>
4. Organización de las Naciones Unidas (ONU). Noticias ONU. [2019 enero 24] Recuperado el 15 de septiembre de 2020. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/01/1449982#:~:text=De%20los%2050%20millones%20de,corresponde%20a%20pa%C3%ADses%20en%20desarrollo>.
5. Campos M, Barragán E, Cuadra L. Realidad actual de las epilepsias en Chile y Latinoamérica. Revista Médica Clínica Las Condes. 2013;24(6):891-902. doi: [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70242-6](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70242-6)

6. Asociación Colombiana de Neurología. (s.f). Asociación Colombiana de Neurología. Recuperado el 07 de abril de 2020. Disponible en: <https://pacientes.acnweb.org/epilepsia>
7. Campos P, León Carrión J, Domínguez Roldán J, Revuelta M, Murillo Cabezas F. Evaluación neuropsicológica pre-postoperatoria en el tratamiento quirúrgico de la epilepsia. *Revista de Neurología*. 1998;27(158):616. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.27158.98368>
8. Kwan P, Arzimanoglou, A, Berg A, Brodie M, Hauser W, Mathern G, et al. Definition of drug resistant epilepsy: Consensus proposal by the ad hoc task force of the ILAE commission on therapeutic strategies. *Epilepsia*. 2010;51(6):1069-1077. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2009.02397.x>
9. de Noreña D, Sánchez I, García A, Tirapu J, Bombín I, Ríos M. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (II): Funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Revista de Neurología*. 2010; 51:733-744. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.5112.2009653>
10. Kleim AJ, Jones T. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008;51(1):S225-S239. doi: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/018\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/018))
11. Call Planner. [2021 Noviembre 19]. Disponible en: <http://www.callplannerapp.com/en/index.html>
12. Rey FR, Jimenez M, Arroyo E, Villaseñor M. El Uso de Programas Computarizados y su Efectividad en la Rehabilitación de Funciones Ejecutivas en Daño Cerebral Adquirido. *Revista Ecuatoriana de Neurología*. 2021;30(1)135-144. doi: <https://doi.org/10.46997/revematneurol30100135>
13. Espinosa JF-M, Sobrino-Mejía, FE. Farmacorresistencia en epilepsia. Conceptos clínicos y neurobiológicos. *Neurología*. 2015;159-166. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.6104.2015181>
14. Mayo Clinic. Cirugía para trata la epilepsia. Recuperado el 26 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/epilepsy-surgery/about/pac-20393981#:~:text=Cirug%C3%ADa%20resectiva%3A%20la%20cirug%C3%A- Da%20de,lesi%C3%B3n%20cerebral%20o%20una%20malformaci%C3%B3n>
15. Valencia Calderón C, Aparicio Caballero A, García Fructuoso G, Plans Ahicard G, Acebes Martín J. Cirugía De La Epilepsia Farmacorresistente. Revisión multidisciplinaria Parte 3: Cirugía de la Epilepsia Farmacorresistente. - *revematneurol* - *Revista Ecuatoriana de Neurología* [Internet]. 2011 [cited 26 January 2022];20:1-3. Disponible en: [http://revematneurol.com/magazine\\_issue\\_article/cirugia-de-la-epilepsia-farmacorresistente-revision-multidisciplinaria/](http://revematneurol.com/magazine_issue_article/cirugia-de-la-epilepsia-farmacorresistente-revision-multidisciplinaria/)
16. Ure J. Deterioro cognitivo en paciente epilépticos. *Revista Argentina de Neuropsicología*. 2004;1-24. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/266448492\\_Deterioro\\_cognitivo\\_en\\_pacientes\\_epilepticos](https://www.researchgate.net/publication/266448492_Deterioro_cognitivo_en_pacientes_epilepticos)

17. Martínez Díaz J, Sánchez Zavaleta V, Moreno Mateos A, Medellín Suárez J, Aguilar Hernández M, Aranda Abreu G. Alteraciones cognitivas en la epilepsia. Universidad Veracruzana [Internet]. Uv.mx. 2018;1-11. Disponible en: <https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2018/22/Mart%C3%ADnez/HTML.html>
18. Pérez CB, Barr W. Neuropsicología en epilepsia. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2013;987-994. doi: [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70253-0](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70253-0)
19. Günay G, Yandim Kuşcu D, Özerden M, Kandemir M, Eren F, Tuğcu B, et al. Cognitive Outcome after Surgery in Patients with Mesial Temporal Lobe Epilepsy. *Noro Psikiyatris Ars*. 2017 Mar;54(1): 43-48. doi: <https://doi.org/10.5152/npa.2016.13802>. PMID: 28566958; PMCID: PMC5439471.
20. Perrone BR, Zoubrinetzky R, Yvert G, Le Bas JF, Baciú M. Functional MRI and neuropsychological evidence for language plasticity before and after surgery in one patient with left temporal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. 2012;23(1)81-86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.11.011>
21. Seidenberg M, Griffith R, Sabsevitz D, Moran M, Haltiner A, Bell B, et al. Recognition and identification of famous faces in patients with unilateral temporal lobe epilepsy. *Neuropsychologia*. 2002;40(4):446-456. doi: [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00096-3](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00096-3)
22. Escudero JC. Evaluación, seguimiento y rehabilitación controlada de la función motora en pacientes con cirugía de epilepsia farmaco-resistente. *Acta Neurologica Colombiana*. 2012; 28:85-93. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v28n2/v28n2a05.pdf>
23. Carvajal CJ, Restrepo A. Fundamentos teóricos y estrategias de intervención en la rehabilitación neuropsicológica en adultos con daño cerebral adquirido. *Revista CES Psicología*. 2013;6(2):135-148. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesp/v6n2/v6n2a10.pdf>
24. Centro de Diagnostico e Intervención Neurocognitiva (CDINC). [2018 junio 20] Recuperado el 26 de enero de 2021. Disponible en: <https://cdinccarcelona.com/es/>
25. Serrano PJ, Ros B, Fernández VE, García N, Muñoz L, Cabezudo P, et al. Neuroplasticity and Epilepsy Surgery in Brain Eloquent Areas: Case Report. *Frontiers in neurology*. 2020;11:698. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00698>
26. Lorenzo J, Fontán L. La rehabilitación de los trastornos cognitivos. *Rev Med Uruguay*. 2001;17(2):133-139. Disponible en: <https://www.smu.org.uy/publicaciones/rmu/2001v2/art-8.pdf>
27. Santos JL, Bausela E. Rehabilitación Neuropsicológica. *Papeles del Psicólogo*. 2005;(90):15-21. Disponible en: <http://www.papelesdel psicologo.es/resumen?pii=1188>
28. Fernández G. Estrategias a seguir en el diseño de los programas de rehabilitación neuropsicológica para personas con daño cerebral. *Revista de Neurología*. 2001; 33:373-377. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.3304.2000193>
29. De Noreña D, Ríos Lago M, Bombín González I, Sánchez Cubillo I, García Molina A, Tirapu Ustárroz J. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje. *Revista de Neurología*. 2010;51(11):687-698. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.5111.2009652>

30. Carvajal-Castrillón J, López-Hernández K. Rehabilitación Neuropsicológica en adultos con epilepsia focal. *Revista Iberoamericana de Neuropsicología*. 2019;2(2):82-96. Disponible en: <https://neuropsychologylearning.com/wp-content/uploads/pdf/pdf-revista-vol2/vol2-n2-2-rehabi-neuropsi-adultos-epilepsia-focal.pdf>
31. Bermejo PP, Porta-Etessam J, Diaz Guzmán J, Martínez-Martín P. Más de cien escalas en Neurología. Madrid: Aula Medica; 2008. Disponible en: [http://www.neuroloxia.com/wp-content/uploads/2009/06/escalas\\_en\\_neurologia\\_marzo.pdf](http://www.neuroloxia.com/wp-content/uploads/2009/06/escalas_en_neurologia_marzo.pdf)
32. Andrade Machado R, Goicoechea Astencio A, Llibre Guerra J, Jordán González J, López Jiménez M, Amílcar Sosa D, et al. Evaluación de la reserva funcional de memoria en candidatos a cirugía de la epilepsia en Cuba mediante el test de Wada con Propofol: reporte de casos. 5th ed. La Habana, Cuba: *Revista Mexicana de Neurociencias*; 2013;14(5):281-285. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2013/rmn135g.pdf>
33. Jiménez M, Sánchez J, Giraldo M, Tobón N, Toro M, Siegert I, et al. Manejo quirúrgico y Test de Wada en la epilepsia refractaria del lóbulo temporal. 4th ed. *Acta Neurológica Colombiana*. 2005;21(4):269-279. Disponible en: [https://www.acnweb.org/acta/2005\\_21\\_4\\_269.pdf](https://www.acnweb.org/acta/2005_21_4_269.pdf)
34. Mosca C, Zoubrinetzy R, Baciú M, Aguilar L, Minotti L, Kahane P, et al. Rehabilitation of verbal memory by means of preserved nonverbal memory abilities after epilepsy surgery. *Epilepsy & Behavior Case Reports*. 2014;2:167-173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ebcr.2014.09.002>
35. Valeriano Lorenzo E, Custodio N, Alva Diaz C, Aguirre Quispe W, Montesinos R, Lira D, et al. Prognosis in Epilepsy's surgery: Can Cognitive Reserve influence it? 79th ed. *Rev. Neuropsiquiatr*; 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rnp/v79n1/a05v79n1.pdf>
36. Pires de Aguiar P, Camporeze B, Marques M, Santana Sidani N, Dalaqua L, Franchin F, et al. Lobectomy temporal anterior en el tratamiento de epilepsia temporal mesial: detalles técnicos y perspectivas en el control de las convulsiones. *Revista Chilena de Neurocirugía*. 2019;45(2):147-157. doi: <https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v45i2.128>
37. Romero MB, Tirapu-Ustárriz J, Chiofalo MF. Protocolo de evaluación neuropsicológica para adultos en cirugía de la epilepsia. *Revista Neurología*. 2020;70(9):341-347. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.7009.2019441>
38. Atehortua del Llano M, Suárez Escudero J. Clinical characterization and cognitive profile before and after surgery for drug-resistant epilepsy. 28th ed. *Acta Neurol Colomb*; 2011. 28(3):134-142. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v28n3/v28n3a03.pdf>
39. Sherman E, Wiebe S, Fay-McClymont T, Tellez-Zenteno J, Metcalfe A, Hernandez-Ronquillo L, et al. Neuropsychological outcomes after epilepsy surgery: Systematic review and pooled estimates. *Epilepsia*. 2011;52(5):857-869. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2011.03022.x>
40. Koorenhof LB, Baxendale S, Smith N, Thompson P. Memory rehabilitation and brain training for surgical temporal lobe epilepsy patients: A preliminary report. *Seizure*. 2012;21(3):178-182. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2011.12.001>

41. Grewe P, Lahr D, Kohsik A, Dyck E, Markowitsch H, Bien C, et al. Real-life memory and spatial navigation in patients with focal epilepsy: Ecological validity of a virtual reality supermarket task. *Epilepsy & Behavior*. 2014;31:57-66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2013.11.014>
42. Luckhurst L, Lloyd-Jones T. A Selective Deficit for Living Things after temporal lobectomy for relief of epileptic seizures. *Brain and Language*. 2001;79(2):266-296. doi: <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2485>
43. Thompson P, Conn H, Baxendale S, Donnachie E, McGrath K, Gerald C, et al. Optimizing memory function in temporal lobe epilepsy. *Seizure*. 2016;38:68-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2016.04.008>
44. Tirapu-Ustárroz J, Ríos-Lago M, Maestú F. *Manual de Neuropsicología*. Madrid: Editorial Viguera; 2011. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=436709>
45. Radford K, Lah S, Thayer Z, Miller LA. Effective group-based memory training for patients with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. 2011;22(2):272-278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.06.021>
46. Caller T, Secore K, Ferguson R, Roth R, Alexandre F, Henegan P, et al. Design and feasibility of a memory intervention with focus on self-management for cognitive impairment in epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. 2015;44:192-194. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2014.12.036>
47. Saricaoğlu M, Erkan Oğul Ö, Özkara C, Hanoğlu L. Rehabilitation of Cognitive Disorder After Temporal Lobe Epilepsy Surgery; Proposal for a Protocol. *Journal of the Turkish Epilepsy Society*. 2019;. doi: <https://doi.org/10.14744/epilepsi.2019.92259>
48. Moon S, Ahmadnezhad P, Song H, Thompson J, Kipp K, Akinwuntan A, et al. Artificial neural networks in neurorehabilitation: A scoping review. *NeuroRehabilitation*. 2020;46(3):259-269. doi: <https://doi.org/10.3233/NRE-192996>
49. Marcano-Cedeño A, Chausa P, García A, Cáceres C, Tormos J, Gómez E. Data mining applied to the cognitive rehabilitation of patients with acquired brain injury. *Expert Systems with Applications*. 2013;40(4):1054-1060. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.034>
50. Plancher G, Gyselinck V, Nicolas S, Piolino P. Age Effect on Components of Episodic Memory and Feature Binding: a virtual reality study. *Neuropsychology*. 2010;24(3):379-390. doi: <https://doi.org/10.1037/a0018680>
51. David Rose F, Brooks B, Rizzo AA. Virtual Reality in Brain Damage Rehabilitation: Review. *Cyberpsychology & Behavior*. 2005;8(3):241-264. doi: <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.241>
52. Schultheis MT, Himmelstein J, Rizzo AA. Virtual Reality and neuropsychology: Upgrading the current tools. *Journal of head trauma rehabilitation*. 2002;17(5):378-394. doi: <https://doi.org/10.1097/00001199-200210000-00002>
53. Słyk S, Zarzycki M, Kocwa-Karnaś A, Domitrz I. Virtual reality in the diagnostics and therapy of neurological diseases. *Expert Review of Medical Devices*. 2019;16(12):1035-1040. doi: <https://doi.org/10.1080/17434440.2019.1693892>

54. Neğüt A, Matu S, Sava F, David D. Virtual reality measures in neuropsychological assessment: a meta-analytic review. *The Clinical Neuropsychologist*. 2016;30(2):165-184. doi: <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1144793>
55. Calderón LD, Restrepo Ochoa D. La practica neuropsicologica asistida por computadora: Un escenario para el dialogo interdisciplinario entre la tecnología y las neurociencias. *Revista CES Psicología*. 2009;2(1):80-90. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/psicologia/article/view/351/202>
56. Krohn S, Tromp J, Quinque E, Belger J, Klotzsche F, Rekers S, et al. Multidimensional Evaluation of Virtual Reality Paradigms in Clinical Neuropsychology: Application of the VR-Check Framework. *Journal of Medical Internet Research*. 2020;22(4):e16724. doi: <https://doi.org/10.2196/16724>
57. Grewe P, Kohsik A, Flentge D, Dyck E, Botsch M, Winter Y, et al. Learning real-life cognitive abilities in a novel 360°-virtual reality supermarket: a neuropsychological study of healthy participants and patients with epilepsy. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2013;10(1):42. doi: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-42>
58. Rosas K, Parrón I, Serrano P, Cimadevilla JM. Spatial recognition memory in a virtual reality task is altered in refractory temporal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. 2013;28(2):227-231. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2013.05.010>
59. Cánovas R, León I, Serrano P, Dolores Roldan M, Cimadevilla JM. Spatial navigation impairment in patients with refractory temporal lobe epilepsy: evidence from a new virtual reality based-task. *Epilepsy & Behavior*. 2011;22(2):364-369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.07.021>
60. Spiers HJ, Burgess N, Maguire EA, Baxendale SA, Hartley T, Thompson PJ, et al. Unilateral temporal lobectomy patients show lateralized topographical and episodic memory deficits in a virtual town. *Brain*. 2001;124(12):2476-2489. doi: <https://doi.org/10.1093/brain/124.12.2476>
61. Weniger G, Ruhleder M, Lange C, Irle E. Impaired egocentric memory and reduced somatosensory cortex size in temporal lobe epilepsy with hippocampal sclerosis. *Behavioural Brain Research*. 2012;227(1):116-124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.10.043>