

## Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento

Iván D. Delgado-Mejía, Máximo C. Etchepareborda

**Introducción.** Los diferentes aportes de la literatura científica ratifican, desde hace un par de décadas, a la corteza prefrontal como base neurobiológica de las funciones ejecutivas. En la actualidad, tanto los protocolos de evaluación para la realización del diagnóstico como la estructuración de los planes de tratamiento y estimulación neurocognitiva deben hacer la lectura de cada uno de los síndromes prefrontales (dorsolateral, medial o del cíngulo anterior, y orbitofrontal) implicados en la etiopatogenia de los diferentes trastornos del neurodesarrollo y del adulto en los que se ven afectadas las funciones ejecutivas.

**Objetivos.** Exponer los últimos avances sobre diagnóstico y tratamiento de las funciones ejecutivas y resaltar la importancia de identificar y comprender en la fase diagnóstica y en la rehabilitación neurocognitiva los tres síndromes de disfunción prefrontal.

**Desarrollo.** Se realiza una revisión bibliográfica sobre los últimos avances neurocientíficos alrededor de las bases neurobiológicas, neuropsicológicas, diagnóstico y tratamiento de las funciones ejecutivas.

**Conclusión.** Cada día la comunidad neurocientífica ratifica la importancia de identificar y comprender en la etapa diagnóstica los circuitos cerebrales, específicamente los síndromes de disfunción prefrontal implicados en los déficits neuropsicológicos de los diferentes trastornos del neurodesarrollo y del adulto para poder establecer protocolos eficaces de estimulación neurocognitiva.

**Palabras clave.** Corteza prefrontal. Diagnóstico. Funciones ejecutivas. Tratamiento.

### Introducción

Las funciones ejecutivas son habilidades cognitivas propias de la corteza prefrontal (CPF) que permiten establecer metas, diseñar planes, seguir secuencias, seleccionar las conductas apropiadas e iniciar las actividades, así como también autorregular el comportamiento, monitorizar las tareas, seleccionar los comportamientos, y tener flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y la organización de la tarea propuesta en el tiempo y en el espacio [1-6].

Si bien las funciones ejecutivas tienen su máximo desarrollo entre los 12 y 18 años de edad, en donde su funcionamiento se equipara al de un adulto, durante los primeros 5 años de vida éstas y, por ende, la CPF no son 'funcionalmente silentes'. Diferentes investigaciones han permitido evidenciar que estas funciones inician su desarrollo antes de lo que se pensaba. Estudios como los realizados por Diamond y Goldman-Rakic [7], Zelazo et al [8] y Zelazo y Muller [9] han demostrado que los bebés, a partir de los 6 meses de vida, ya pueden recordar, aunque de forma frágil, representaciones simples, y

a los 8 meses de edad son capaces de mantener información *on-line* que no se encuentre a la vista. Al año de vida, los niños pueden 'suprimir respuestas dominantes' [10]. Esto último deja entrever desde qué edad aproximadamente emerge, aunque de forma un tanto frágil, uno de los tres mecanismos de control inhibitorio, el control de impulsos, el cual inicia su desarrollo en pleno alrededor de los 4 años de edad.

Entonces, tal como afirma Fuster [11], la principal capacidad de las funciones ejecutivas es la habilidad temporal de organizar el comportamiento, el lenguaje y el razonamiento. Estas habilidades cognitivas permiten resolver problemas tanto internos como externos. Los internos se relacionan con aquellas representaciones mentales que hace el sujeto, en donde lo afectivo, cognitivo y emotivo desempeñan un papel fundamental. Por otro lado, los externos son el resultado de la interacción del individuo con su ambiente, en donde lo social, cultural, etc., son fichas clave que se deben tener en cuenta para poder llegar a una adecuada y sistemática solución de los problemas encontrados. Ya sea

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET (I.D. Delgado-Mejía). Laboratorio para el Estudio de las Funciones Cerebrales Superiores, LAFUN (I.D. Delgado-Mejía, M.C. Etchepareborda). Buenos Aires, Argentina.

#### Correspondencia:

Dr. Iván Darío Delgado Mejía. Laboratorio para el Estudio de las Funciones Cerebrales Superiores. Estados Unidos, 3402. 1228 Buenos Aires, Argentina.

#### E-mail:

ivandelgado11@gmail.com

#### Declaración de intereses:

Los autores manifiestan la inexistencia de conflictos de interés en relación con este artículo.

#### Aceptado tras revisión externa:

04.06.13.

#### Cómo citar este artículo:

Delgado-Mejía ID, Etchepareborda MC. Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento. Rev Neurol 2013; 57 (Supl 1): S95-S103.

© 2013 Revista de Neurología

para la resolución de problemas internos o externos, las funciones ejecutivas inhiben información irrelevante y ponen en funcionamiento tanto el sistema de atención sostenida, selectiva, como también la memoria de trabajo verbal y no verbal; antes, durante y después de la toma de una decisión. La importancia de los sistemas mnésicos radica en evocar y poner al servicio de la conducta la información de las consecuencias pasadas ante problemas similares [12].

Desde décadas atrás se viene trabajando en pro de la clarificación del concepto de funciones ejecutivas. Diferentes investigaciones han tomado este constructo como núcleo de sus estudios, tornándose un concepto de moda, pobremente delimitado, al que indelicada y desatinadamente se le atribuyó la etiopatogenia de diferentes trastornos. Autores como Manga y Ramos [13] expresan que las funciones ejecutivas ‘tienen una naturaleza elusiva’, es decir, que aún no está definida con suficiente claridad. Por ello, esta revisión pretende no sólo aclarar y delimitar cuáles son las habilidades cognitivas que componen las funciones ejecutivas, sus bases neurobiológicas y neuropsicológicas, sino también exponer los últimos avances de la neurociencia en este campo.

### Funciones ejecutivas: necesidad de una delimitación conceptual y clínica

El adelanto de las técnicas de exploración funcional del cerebro y de las baterías neuropsicológicas computarizadas ha permitido refinar no sólo el concepto de estas funciones, sino también su implicación en la etiopatogenia de algunos trastornos, tanto del neurodesarrollo como del adulto.

Si bien el término de funciones ejecutivas se debe a Lezak, Luria fue el primer autor que, sin nombrar el término, lo describió como trastornos propios de lesiones prefrontales que afectaban la iniciativa, la motivación, el autocontrol conductual, y la formulación de metas y planes de acción [14]. Luria planteó la existencia de tres unidades funcionales en el cerebro. En la primera se encuentran el estado de alerta y la motivación, las cuales tienen al sistema límbico y reticular como bases neurobiológicas. La segunda está compuesta por los procesos de recepción, procesamiento y almacenamiento de la información, que están sustentados neurobiológicamente por áreas corticales posrolándicas. Y la tercera, tal vez la más importante para el desarrollo del presente trabajo, por su implicación en el papel ejecutivo, se encargaría de los procesos de programación,

control y verificación de la actividad; todos ellos procesos que dependen del funcionamiento de la CPF [15].

Lezak, en 1989, definió las funciones ejecutivas como habilidades mentales que permiten llevar a cabo la formulación de metas y la planificación necesaria para llevar a buen fin su cumplimiento de manera eficaz. Estas habilidades, por tanto, según Lezak, permiten desarrollar un comportamiento eficaz, creativo y socialmente aceptado [16].

Por otro lado, Sholberg y Mateer, en 1989, postularon que las funciones ejecutivas comprenden diferentes procesos cognitivos, entre los que están la anticipación, la selección de objetivos, la planificación, la selección de los comportamientos, la autorregulación, el autocontrol y el uso de la retroalimentación [17].

Ahora bien, uno de los autores más reconocidos en el estudio de las funciones ejecutivas es Joaquín Fuster, quien publicó en los años ochenta su teoría general sobre la CPF y planteó la importancia de ésta en la estructuración temporal de la conducta [11], que se lleva a cabo mediante la coordinación de tres funciones subordinadas:

- *Función retrospectiva*: necesita la memoria a corto plazo.
- *Función prospectiva*: ayuda esencialmente a la planificación de la conducta.
- *Función de control y supervisión*: permite un control de estímulos de las influencias internas y externas que puedan afectar la formación de patrones de conducta [2].

Fuster [11] planteó que las funciones ejecutivas son habilidades cognitivas que permiten organizar una secuencia de acciones hacia una meta. Dicho autor propuso las siguientes como las habilidades cognitivas que componen las funciones ejecutivas: atención (alerta, *set*, atención espacial, atención sostenida y control de interferencia), memoria, memoria de trabajo, planeación, integración temporal, toma de decisiones y control inhibitorio [11].

### Bases neurobiológicas y neuropsicológicas de las funciones ejecutivas

La literatura científica expone que, sin lugar a dudas, la CPF es la base neurobiológica de las funciones ejecutivas. Desde la perspectiva neuroanatómica, esta corteza ocupa un lugar predilecto para ‘orquestrar todas estas funciones’, ya que, por tener la posibilidad de recibir y enviar información de casi todos los sistemas sensoriales y motores del cere-

bro, es, por excelencia, la región cerebral de integración. Esta corteza, filogenéticamente hablando, hace su aparición en el humano, se ubica en las superficies lateral, medial e inferior del lóbulo frontal, y abarca aproximadamente el 30% de la corteza cerebral total [10]. Dada la importancia de la CPF en el funcionamiento de las funciones ejecutivas, resulta de gran pertinencia poder delimitar cuáles son las regiones específicas de dicha corteza, las que influyen en las habilidades cognitivas de las funciones ejecutivas. Para ello, se describirán los síndromes prefrontales involucrados en ellas y su respectivo correlato neuropsicológico.

### **Clinica de los síndromes prefrontales**

Los pacientes con daño en la CPF muestran diferentes patrones clínicos en relación con su localización y extensión. Así, podremos distinguir tres síndromes prefrontales diferentes y definidos por las zonas involucradas, a los que se denomina síndrome prefrontal dorsolateral, síndrome prefrontal medial o del cíngulo anterior, y síndrome prefrontal orbitofrontal.

#### **Síndrome prefrontal dorsolateral**

Este síndrome, también llamado síndrome disejecutivo, se caracteriza por una grave alteración de las funciones ejecutivas, lo que genera en el paciente un alto grado de desorganización. Este síndrome se evidencia en los pacientes con trastornos cognitivos, especialmente en aquéllos con rigidez cognitiva, que se refleja por la manifestación constante de conductas perseverativas y la gran variabilidad de respuestas.

Este síndrome se asocia con deterioro de la atención, tanto selectiva como excluyente, pobre control de interferencia, déficit en la memoria de trabajo, planificación e integración temporal de la conducta. Los pacientes afectados con este tipo de síndrome tienden a evidenciar poca iniciativa y a abandonar la tarea propuesta sin alcanzar las metas asignadas [17]. Las áreas de Brodmann afectadas en este síndrome son la 46 y la 10.

#### **Síndrome prefrontal medial o del cíngulo anterior**

Este síndrome se caracteriza por desmotivación, apatía, pasividad e inercia. Se evidencia en pacientes que tienen afectado el sistema atencional. Las áreas de Brodmann afectadas en este síndrome son la 32 y la 24.

#### **Síndrome prefrontal orbitofrontal**

Este síndrome provoca una conducta desinhibida, alta tasa de impulsividad y una conducta antisocial. Clínicamente, este síndrome lo podemos ver en los pacientes con escaso control inhibitorio (ausencia o pobre control de espera, control de impulsos y control de interferencia), asociado o no a conducta antisocial.

Los pacientes afectados con este tipo de síndrome pueden ser hiperactivos y parecen tener energía ilimitada, la cual dirigen de forma desorganizada. Son propensos a conducta imitativa y de utilización. También evidencian déficits en la atención y, por lo general, expresan poca o nula preocupación por las convicciones sociales y éticas, lo que, a su vez, también demuestra poca preocupación por las consecuencias que pueda acarrear su conducta sobre otras personas, al punto de desarrollar y manifestar conductas sociopáticas. Esto, a su vez, impacta sobre los mecanismos de cognición social y de conducta prosocial [17]. Las áreas de Brodmann afectadas en este síndrome son la 47 y la 11.

#### **Trastornos con afectación de las funciones ejecutivas**

La literatura científica actual coincide en destacar que son numerosos los trastornos, tanto del neurodesarrollo como del adulto, en los que se han descrito alteraciones en las funciones ejecutivas [16]. Pineda [18] expone una clasificación de los trastornos en los que se ha estudiado la afectación de las funciones ejecutivas. Esta afectación está asociada a síntomas también encontrados en personas con lesiones en los lóbulos frontales, como déficit en el sistema de alerta, atención sostenida y selectiva, impulsividad, hiperactividad, déficit en memoria de trabajo, déficit en alguno de los tres mecanismos de control inhibitorio (control de espera, de impulsos o de interferencia), déficit en la autorregulación comportamental, perseveración y rigidez cognitiva, y dificultades en la planificación, entre otros.

Los trastornos del neurodesarrollo en donde se ven afectadas las funciones ejecutivas son: trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad, trastornos del aprendizaje, síndrome de déficit de atención, del control motor y de la percepción, síndrome de Gilles de la Tourette, síndrome de Asperger, trastorno autista, síndrome desintegrativo infantil, depresión infantil, trastorno obsesivo compulsivo infantil, trastornos de la conducta y trastorno explosivo intermitente [12,18-21].

Por otro lado, los trastornos en el adulto en donde se ven afectadas las funciones ejecutivas son: abuso de sustancias y farmacodependencia, psicopatía y trastorno violento de la conducta, esquizofrenia, depresión mayor, trastorno obsesivo compulsivo, daño cerebral focal por traumatismo craneal, enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, enfermedad vascular lacunar y virus de la inmunodeficiencia humana [18,22].

### Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas

La evaluación efectiva, eficaz y pertinente de las funciones ejecutivas es, en la actualidad, un reto para la neuropsicología, debido a su carácter multidimensional. Cada día se reconoce la importancia de realizar una evaluación precisa de las funciones ejecutivas afectadas en cada paciente. La literatura científica denota la importancia de establecer un modelo claro de evaluación que identifique las funciones neuropsicológicas que en realidad se encuentran afectadas, debido a que esto dará la posibilidad de emplear herramientas y programas de intervención mucho más eficaces y efectivos a la realidad del paciente [2].

En la actualidad se cuenta no sólo con el apoyo de las pruebas neuropsicológicas de papel y lápiz, sino también con pruebas computarizadas, las cuales permiten tener información acerca de las latencias, variable esta de vital importancia dentro de la evaluación neuropsicológica, ya que es la que permite diferenciar entre lo normal y lo patológico [23]. Así, la evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas resulta ser un proceso inevitable para la clasificación de los perfiles neurocognitivos, los tipos de déficit y los síndromes prefrontales implicados en cada trastorno.

### Evaluación neuropsicológica del síndrome prefrontal dorsolateral

Una de las pruebas de mayor importancia en la evaluación de este síndrome prefrontal es el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST). Esta prueba ha sido, hasta la actualidad, una de las más utilizadas en la evaluación de la flexibilidad cognitiva [24].

La versión computarizada del WCST de la batería neuropsicológica computarizada MCC-94, además de brindar información acerca de los errores simples y perseverativos, ofrece información acerca del tiempo de latencias para las respuestas correc-

tas, lo que permite identificar el nivel de procesamiento cognitivo complejo de cada paciente.

Otro test de notable importancia dentro de la evaluación de este síndrome es la torre de Hanoi, que ha sido durante años una de las pruebas más utilizadas en la evaluación de disfunción ejecutiva [25], y hoy en día es la inspiración de otras pruebas y baterías neuropsicológicas, como la subprueba de anillas de la evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN) y la subprueba de torres del dominio, atención y funciones ejecutivas de la batería *Neuropsychological Assessment* (Nepsy). Estas pruebas permiten evaluar las funciones ejecutivas de planificación, supervisión y solución de problemas, la capacidad de anticipación secuencial, tanto de forma progresiva como regresiva [26], y la capacidad de planear una serie de acciones y secuencias que tienen una meta específica [27].

Para la evaluación de este síndrome también se cuenta con el test de planeamiento secuencial espontáneo, que consiste en una prueba de cancelación de dígitos y letras, y la figura compleja de Rey, que provee información relevante no sólo del estado de la memoria visual, sino que también permite evaluar la organización perceptual, la capacidad de organización y planificación de estrategias para la resolución de problemas, y la capacidad visuoespacial.

Tanto la subprueba de senderos de la ENFEN [27] como el *Trail Making Test* permiten también evaluar este tipo de síndrome, ya que aportan datos relevantes del funcionamiento de la atención sostenida y la flexibilidad cognitiva.

La fluidez verbal, habilidad de notable importancia en este síndrome, se puede evaluar por medio del test de fluidez verbal FAS o a través de la subprueba de fluidez fonológica y semántica de la ENFEN [27]. Por otro lado, la subprueba de fluidez de diseño de la batería Nepsy constituye otra de las pruebas que contribuye a la evaluación de este tipo de síndrome.

Finalmente, en la evaluación de este síndrome es importante la evaluación de los procesos mnésicos, tanto visuales como auditivo-verbales. Para ello se cuenta en la actualidad con las subpruebas dígitos, letras y números de las escalas de Wechsler, los *span* de números y colores, la memoria de objetos y textos, y el test de memoria auditiva verbal de Rey [25]; este último, además de brindar información del estado de la memoria auditiva verbal, arroja datos importantes acerca del aprendizaje, y permite identificar la producción y desempeño mnésico (curva de memoria) del paciente.

### Evaluación neuropsicológica del síndrome prefrontal medial o del cíngulo

Entre los tests más utilizados para el estudio de este síndrome se encuentran el *Continuous Performance Test* (CPT) para la evaluación de la atención sostenida, el *Selective Attention Test* (SAT) para la evaluación de la atención selectiva, y el *Reaction Time Test* para la evaluación de los tiempos de reacción auditiva, visual y global, todos ellos tests que forman parte del módulo de atención de la batería neuropsicológica computarizada MCC.

Otros tests para la evaluación de este tipo de síndrome son el test D2, el test de caras y las subpruebas de la Nepsy de atención auditiva y actitud de respuesta, y atención visual.

### Evaluación neuropsicológica del síndrome prefrontal orbitofrontal

Para la evaluación de este síndrome contamos con la información que brindan los errores de espera, los cuales permiten evaluar uno de los tres mecanismos de control inhibitorio: el control de espera.

Por otro lado, tanto los errores de comisión *no target* y los errores de comisión simple del CPT, así como los errores de comisión y las respuestas precoces en el SAT, nos permiten evaluar el segundo mecanismo de control inhibitorio: el control de impulsos. El control de impulsos verbal se puede evaluar por medio del test Hayling. Este test consta de dos partes. En la primera, el examinador le lee al sujeto una serie de oraciones en las que siempre le hace falta la última palabra, y el sujeto debe decir en el menor tiempo posible la palabra que mejor complete la oración. En la segunda parte, ante una serie de oraciones a las que también le falta la última palabra, el sujeto debe decir una palabra que no tenga relación con el contenido de la oración [28].

El tercer mecanismo de control inhibitorio, el control de interferencia, se evalúa por medio del test de Stroop, tanto en la versión tradicional (papel y lápiz) como en la versión computarizada. En esta última se deben tener en cuenta los errores congruentes. Este mecanismo también es posible evaluarlo a través del paradigma *go/no go* y la subprueba de puño y palma de la Nepsy.

Como se puede ver, cada uno de estos tests brinda información particular y detallada de cada una de las habilidades cognitivas que componen las funciones ejecutivas. Han permitido hasta el momento desarrollar estudios investigativos de trastornos, tanto del neurodesarrollo como del adulto, y en la actualidad brindan información fundamental para

la estructuración de protocolos específicos para el tratamiento neuropsicológico de las funciones ejecutivas.

### Tratamiento neuropsicológico de las funciones ejecutivas

Los protocolos de tratamiento de trastornos que tienen comprometidas las funciones ejecutivas son variados y sólo algunos logran impactar eficazmente en la rehabilitación de estas funciones; por tanto, para poder establecer un modelo eficaz de tratamiento y rehabilitación neurocognitiva de las funciones ejecutivas, se requiere contemplar, por una parte, los tres sistemas de procesamiento de la información (*input*, *performance* y *output*) y, por la otra, los tres algoritmos básicos: el algoritmo del síndrome prefrontal dorsolateral, el del síndrome prefrontal orbitofrontal, y el del síndrome prefrontal medial o del cíngulo anterior.

### Objetivo de la rehabilitación neuropsicológica de las funciones ejecutivas

La rehabilitación de las funciones ejecutivas persigue mejorar la capacidad para organizar las secuencias de la conducta y orientarla hacia la consecución de los objetivos deseados. La rehabilitación de las funciones ejecutivas significa, en la actualidad, un reto de notable relevancia, dada su complejidad, ya que el déficit de éstas afecta la capacidad del individuo para gobernar su vida y atender los requerimientos del ambiente.

### Decálogo de los principios básicos para el tratamiento de las funciones ejecutivas

1. Adaptar el protocolo de entrenamiento neuropsicológico de las funciones ejecutivas a las necesidades de cada paciente.
2. Reducir y simplificar las consignas de cada ejercicio, establecer metas bien definidas y desglosar las actividades para desarrollarlas paso a paso.
3. Estimular el empleo de estrategias internas, como el modelo autoinstruccional de Meichenbaum, que ayudará al paciente a organizar su pensamiento y, por ende, su conducta.
4. Elaborar horarios que ayuden a organizar el tiempo. A este respecto, es de gran ayuda utilizar agendas para planificar las actividades diarias.
5. Incrementar gradualmente el tiempo asignado para cada fase del tratamiento, que debe ser corto, para evitar la fatiga atencional.

**Tabla.** Tipos de síndrome prefrontal, funciones ejecutivas afectadas, pruebas sugeridas para su evaluación y entrenamiento neurocognitivo sugerido.

	Funciones ejecutivas	Tests neuropsicológicos	Entrenamiento neurocognitivo
Área dorsolateral	Flexibilidad cognitiva Planificación Memoria de trabajo Razonamiento Formación de conceptos Fluencia verbal Programación motora Resolución de problemas	Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin Anillas de la ENFEN Torre de Hanoi Torres de la Nepsy Planificación secuencial a través de pruebas de cancelación de dígitos y letras Figura compleja de Rey Senderos de la ENFEN FAS Fluidez fonológica y semántica de la ENFEN Fluidez de diseño de la Nepsy Memoria auditiva verbal de Rey Dígitos, letras y números del WISC-IV Span de números y colores Memoria de objetos y textos Memoria y aprendizaje de la Nepsy	Primer a tercer módulo del programa EFE Entrenamiento de memoria de trabajo con material audiovisual Ejercicios del <i>Captain's Log</i> : <i>Symbolic display match</i> <i>Pattern display match</i> <i>Conceptual discrimination</i> <i>Conceptual discrimination</i> <i>Numeric skills</i> <i>Numeric dimensions</i> <i>Size discrimination</i> <i>Maze learning</i> <i>Trail sequence A</i> <i>Trail sequence B</i> <i>Auditory discrimination/rhythm</i> <i>Auditory discrimination/tones</i> <i>Auditory discrimination/rhythm</i> <i>Visuospatial memory</i>
Área medial o del cíngulo	Motivación Atención sostenida Atención selectiva	<i>Reaction Time Test</i> CPT SAT Test D2 Test de caras Atención auditiva y actitud de respuesta, y atención visual de la Nepsy	Cuarto a octavo módulo del programa EFE Ejercicios del <i>Captain's Log</i> : <i>Auditory patterns/rhythm</i> <i>Scanning location/time</i> <i>Stimulus reaction/fields</i> <i>Stimulus reaction time</i>
Área orbitofrontal	Control de espera Control de impulsos Control de interferencia Regulación emocional	Errores de espera del CPT Errores de comisión <i>no target</i> del CPT Errores de comisión simple del CPT Errores de comisión del SAT Respuestas precoces del SAT Estatua de la Nepsy Test Sde troop Errores de comisión del test de Stroop del MCC Interferencias de la ENFEN Paradigma <i>go/no go</i> Golpeteo con puño y palma de la Nepsy	Ejercicios del <i>Captain's Log</i> : <i>Image scanning/inhibition</i> <i>Scanning reaction/inhibition</i> <i>Scanning reaction time</i> <i>Color discrimination/inhibition</i> <i>Stimulus reaction/inhibition</i>

CPT: *Continuous Performance Test*; EFE: entrenamiento de funciones ejecutivas; ENFEN: evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños; Nepsy: *Neuropsychological Assessment*; SAT: *Selective Attention Test*; WISC-IV: escala de inteligencia de Wechsler para niños.

6. Realizar una retroalimentación inmediata y contingente de la ejecución del paciente, sobre todo con pacientes con bajo nivel de frustración.
7. Incrementar el nivel de dificultad de manera gradual a medida que el paciente obtenga los niveles de éxito estimados para la edad y el grado de afectación del trastorno o déficit.
8. Contar con un protocolo de tratamiento neuropsicológico de las funciones ejecutivas variado y dinámico, evitando así la monotonía, desmotivación y desinterés por parte del paciente. A este respecto, se pueden utilizar herramientas de lápiz y papel y computarizadas. Estas últimas, por su parte, presentan como fortaleza el registro preciso de las latencias de cada respuesta del paciente y la facilidad de modificar variables como la velocidad de exposición y muestreo de los estímulos, el tamaño, la modalidad de presentación y los niveles de exigencia.
9. Utilizar diferentes canales sensoriales simultánea y secuencialmente.
10. Generalizar los resultados obtenidos en el ambiente terapéutico a la cotidianidad del paciente y trabajar en pro de su mantenimiento.

Pistoia et al [29] proponen para el tratamiento integral multimodal de las funciones ejecutivas ejercicios en donde se tenga en cuenta las siguientes variables: discriminación auditiva de ritmos y tonos con apoyo y sin apoyo visual, ejercicios de flexibilidad cognitiva, discriminación visual/inhibición, y reacción/inhibición.

Entre las herramientas que tienen en cuenta estas variables se encuentra el programa 'Entrenamiento de funciones ejecutivas' (EFE) desarrollado por Etchepareborda y Uechi [30], el *Captain's Log*, y el método de entrenamiento de memoria de trabajo propuesto por Etchepareborda [31]:

- *Programa EFE*. Permite la habilitación o rehabilitación de las funciones cerebrales superiores. Su objetivo principal es propiciar la aparición, desarrollo y habilitación de las funciones ejecutivas [32]. Busca entrenar los tres mecanismos de control inhibitorio a partir de actividades con doble *input*; estimula la monitorización funcional y posfuncional de actividades motoras, del lenguaje y cognitivas; estimula procesos de planificación, de estructuras meta-lingüísticas que permitan la generación de nuevas redes semánticas, así como el entrenamiento de habilidades de evaluación pre y posfuncional de posibles alternativas para la toma de decisiones.
- *Entrenamiento de memoria de trabajo*. Consiste en entrenar esta función cerebral por medio de un sistema audiovisual, que permita al sujeto adquirir un manejo adecuado de codificación, organización y clasificación de estímulos.
- *Captain's Log*. Es un sistema de entrenamiento neurocognitivo que cuenta con 35 ejercicios distribuidos en seis módulos. Cada uno tiene diferentes niveles de dificultad, que puede graduarse de acuerdo con las necesidades de cada paciente. También es importante resaltar que este sistema permite trabajar desde varios canales de estimulación sensorial, lo que ayuda al entrenamiento efectivo de las funciones ejecutivas. Este programa permite visualizar las latencias, tiempos de reacción y del *output* de cada respuesta dada por el paciente, los resultados en porcentajes, errores diferenciados (omisiones-comisiones), tiempos de memorización, etc. El ejercicio que se utilice, sus niveles de dificultad y la programación en sí de todas las variables (tiempos de respuesta y de inhibición en segundos, tipo de *feedback*, visual o auditivo, presencia o ausencia de estímulos distractores, número de secuencias, entre otras) se elegirán en función de la especificidad del síndrome prefrontal que afecte al paciente.

A continuación se detallará la utilización de éstos de acuerdo con el síndrome prefrontal afectado.

### Tratamiento neuropsicológico del síndrome prefrontal dorsolateral

Para trabajar en pro del entrenamiento de este síndrome, se propone utilizar los módulos de trabajo uno, dos y tres del programa EFE.

- *Primer módulo*. Estimula la orientación visuoespacial, la planificación secuenciada, la simetría, el fenómeno de anticipación, las estrategias de construcción y la orientación en el plano gráfico.
- *Segundo módulo*. Se basa en el mecanismo cerebral *trigger*, que se refiere a que, frente a un estímulo determinado, éste actúa como disparador automático de su siguiente inmediato; por ejemplo, si se presenta o se dice el número uno, el cerebro ya está preparado para responder el número dos. Este módulo entrena el razonamiento lógico, las asociaciones lógicas y las seriaciones. En ocasiones, se brindan al paciente secuencias incorrectas o faltantes para que descubra un orden lógico, ya sea por la cantidad de trazos o por la ubicación de la figura.
- *Tercer módulo*. Propone tareas en las cuales se estimula la ubicación según ejes cartesianos. Algunas de las tareas son sopas de letras, que buscan en primer lugar estimular en el paciente sistematicidad, organización y planificación en la búsqueda de palabras. La tarea del paciente no es buscar las palabras por azar, sino establecer primero una estrategia de barrido ocular; por ejemplo, en el barrido ocular horizontal de derecha a izquierda se encontraron las palabras auto, casa, etc.

Los ejercicios del *Captain's Log* que se propone utilizar para el tratamiento de este tipo de síndrome se detallan en la tabla.

### Tratamiento neuropsicológico del síndrome prefrontal medial o del cíngulo

Para el tratamiento de este tipo de síndrome, se recomiendan ejercicios que estimulen el desarrollo de las habilidades atencionales, especialmente programas que estimulen la reducción de los tiempos de reacción (visuales y auditivos) y que entrenen los mecanismos de *input*: sensorial visual, discriminación visual y monitorización mnésica de corta latencia; *performance*: comparación/corrección y control inhibitorio; y *output* de monitorización posfuncional. Para ello, se recomiendan los módulos

cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo del programa EFE:

- *Cuarto módulo.* Se desarrolla a partir de la lectura de textos entre líneas, que busca entrenar procesos de abstracción, la búsqueda mental de los detalles faltantes de las letras (cierre de la *Gestalt*), la comprensión y la búsqueda de significados.
- *Quinto módulo.* Busca, a partir de la traducción de símbolos, estimular procesos de abstracción, asociación e interpretación de símbolos. En la tarea, cada símbolo representa una letra; por lo tanto, el paciente, lo que debe hacer es una búsqueda de las letras correctas según los símbolos para formar palabras. En este módulo, además de estimular el registro ocular sistemático y planificado, se entrena también la utilización de estrategias lógicas siguiendo pistas.
- *Sexto módulo.* Estimula la discriminación atencional a partir de la búsqueda de ocho diferencias que hay entre dos imágenes.
- *Séptimo módulo.* Estimula los procesos de análisis y síntesis; a partir de ejercicios de lectura comprensiva, el paciente debe buscar pistas para resolver un caso.
- *Octavo módulo.* Se estimula la discriminación atencional, la planificación secuenciada, y la monitorización pre y posfuncional.

Los ejercicios del *Captain's Log* que se propone utilizar para el tratamiento de este tipo de síndrome se detallan en la tabla.

### Tratamiento neuropsicológico del síndrome prefrontal dorsolateral orbitofrontal

Como se ha venido comentando, este tipo de síndrome se caracteriza por un déficit significativo en los tres mecanismos cerebrales de control inhibitorio. El área orbitofrontal evidencia una importante participación en la autorregulación del comportamiento, en la interpretación de escenarios de acción y en la toma de decisiones, así como en la adquisición y uso de la teoría de la mente.

El control de impulsos se esperaría que se logre a los 4 años, y que con esto llegue, por ende, la capacidad de seguir reglas. Este proceso sería necesario para que emerjan actividades ejecutivas complejas, como el control inhibitorio, la autorregulación comportamental, el sostenimiento atencional, la teoría de la mente y la solución de problemas [29].

La inhibición cognitiva permite la eliminación de la información irrelevante y de la interferencia de los estímulos distractores, permitiendo la selección de representaciones y acciones relevantes. Por eso,

un fallo en la inhibición de una respuesta no apropiada lleva a un funcionamiento cognitivo inadecuado. Una baja capacidad de inhibición repercute negativamente en las funciones ejecutivas, que se manifiesta en las tareas *go/no go* y en la alteración en el tiempo de reacción, por lo que las respuestas están desajustadas [33].

Los ejercicios del *Captain's Log* que se propone utilizar para el tratamiento de este tipo de síndrome se detallan en la tabla.

### Conclusiones

Identificar el síndrome prefrontal afectado y especificar minuciosamente en la fase diagnóstica la habilidad cognitiva de las funciones ejecutivas afectada en los trastornos, tanto del neurodesarrollo como del adulto, se convierte en el elemento de mayor importancia en el establecimiento de protocolos de intervención neuropsicológica, el cual debe estar, a su vez, soportado desde herramientas válidas y fiables que permitan abordar los síndromes prefrontales desde múltiples canales sensoriales y en todos sus sistemas de procesamiento de la información.

### Bibliografía

1. Mulas F, Gandía R, Roca P, Etchepareborda MC, Abad-Mas L. Actualización farmacológica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: modelos de intervención y nuevos fármacos. *Rev Neurol* 2012; 54: 41-53.
2. Tirapu-Ustároz J, Ríos-Lago M, Maestú-Unturbe F. Manual de neuropsicología. 2 ed. Barcelona: Viguera; 2011.
3. Romero-Ayuso DM, Maestú F, González-Marques J, Romo-Barrientos C, Andrade JM. Disfunción ejecutiva en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad en la infancia. *Rev Neurol* 2006; 42: 265-71.
4. Doyle AE. Executive functions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychiatry* 2006; 67: 21-6.
5. Barkley R. Attention deficit hyperactivity disorder: a handbook for diagnosis and treatment. New York: Guilford; 1998.
6. Etchepareborda MC. Bases experimentales para la evaluación de la atención en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol* 2004; 3: 137-44.
7. Diamond A, Goldman-Rakic PS. Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Exp Brain Res* 1989; 74: 24-40.
8. Zelazo PD, Carter A, Reznick JS, Frye D. Early development of executive function: a problem-solving framework. *Rev Gen Psychol* 1997; 1: 198-226.
9. Zelazo PD, Müller U. Executive function in typical and atypical development. In Goswami U, ed. *Handbook of childhood cognitive development*. Oxford: Blackwell; 2002. p. 445-69.
10. García-Molina A, Enseñat-Cantallops A, Tirapu-Ustároz J, Roig-Rovira T. Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Rev Neurol* 2009; 48: 435-40.
11. Fuster J. The prefrontal cortex. 4 ed. London: Academic Press; 2008.
12. Papazian O, Alfonso I, Luzondo RJ. Trastornos de las funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2006; 42: 45-50.

13. Manga D, Ramos F. El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society & Education* 2011; 3: 1-13.
14. Tirapu-Ustárroz J, Muñoz-Céspedes JM, Pelegrín-Valero C. Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Rev Neurol* 2002; 34: 673-85.
15. Ardila, A, Ostrosky-Solis, F. Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 2008; 8: 1-21.
16. Tirapu-Ustárroz J, Muñoz-Céspedes JM, Pelegrín-Valero C, Albéniz-Ferreras A. Propuesta de un protocolo para la evaluación de las funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2006; 41: 177-86.
17. Buselas-Herreras E, Santos-Cela JL. Disfunción ejecutiva: sintomatología que acompaña a la lesión y/o disfunción del lóbulo frontal. *Avances en Salud Mental Relacional* 2006; 5: 1-15.
18. Pineda DA. Función ejecutiva y sus trastornos. *Rev Neurol* 2000; 30: 764-8.
19. Gillberg C. Deficits in attention, motor control, and perception: a brief review. *Arch Dis Child* 2003; 88: 904-10.
20. Calderón-González R, Calderón-Sepúlveda RE. Síndrome de Gilles de la Tourette: espectro clínico y tratamiento. *Rev Neurol* 2003; 36: 679-88.
21. Martos-Pérez J, Paula-Pérez I. Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Rev Neurol* 2011; 52 (Supl 1): S147-53.
22. Pedrero EJ, Ruiz JM, Rojo G, Llanero L, Olivar A, Bouso JC, et al. Versión española del cuestionario disejecutivo (DEX-Sp): propiedades psicométricas en adictos y población no clínica. *Adicciones* 2009; 21: 155-66.
23. Etchepareborda MC. Bases experimentales para la evaluación de la atención en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol* 2004; 38: 137-44.
24. Lopera F. Funciones ejecutivas: aspectos clínicos. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 2008; 8: 59-76.
25. Muñoz-Marrón E, Blázquez-Alisente JL, Galparsoro-Izagirre N, González-Rodríguez B, Lubrini G, Periañez-Morales JA, et al. Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica. Barcelona: UOC; 2009.
26. Flores JC, Ostrosky-Solis F, Azucena L. Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 2008; 8: 141-58.
27. López-Fernández ML, Barrio-Castellanos R, Portellano-Pérez JA, Martínez Arias R. Estudio de las funciones ejecutivas en diabetes tipo 1 mediante el test de evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN). *An Pediatr* 2013; 78: 88-93.
28. Abusamra V, Miranda MA, Ferreres A. Evaluación de la iniciación e inhibición verbal en español. Adaptación y normas del test de Hayling. *Revista Argentina de Neuropsicología* 2007; 9: 19-32.
29. Pistoia M, Abad-Mas L, Etchepareborda MC. Abordaje psicopedagógico del trastorno por déficit de atención con hiperactividad con el modelo de entrenamiento de las funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2004; 38 (Supl 1): S149-55.
30. Etchepareborda MC. Subtipos neuropsicológicos del síndrome disatencional con hiperactividad. *Rev Neurol* 1999; 28 (Supl 2): S165-73.
31. Etchepareborda MC, Abad-Mas L. Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Rev Neurol* 2005; 40 (Supl 1): S79-83.
32. Etchepareborda MC, Orol Martín-Aragón M. Entrenamiento de funciones ejecutivas. En Etchepareborda MC, ed. TDAH + FE: trastorno por déficit de atención con hiperactividad y de las funciones ejecutivas: abordaje interdisciplinar. Buenos Aires: Rivolin; 2011. p. 148-66.
33. Artigas-Pallarés J. Modelos cognitivos en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Rev Neurol* 2009; 49: 587-93.

## Disorders of executive functions. Diagnosis and treatment

**Introduction.** Different contributions to the scientific literature made over the last few decades have confirmed the prefrontal cortex as the neurobiological basis of the executive functions. Today, both the evaluation protocols for carrying out diagnoses and the structuring of the treatment and neurocognitive stimulation plans must interpret each of the prefrontal syndromes (dorsolateral, medial or of the anterior cingulate, and orbitofrontal) involved in the aetiopathogenesis of the different neurodevelopmental and adult disorders in which the executive functions are affected.

**Aims.** To report on the latest advances in diagnosis and treatment of the executive functions and to stress the importance of identifying and understanding the three syndromes of prefrontal dysfunction in the phase of diagnosis and in neurocognitive rehabilitation.

**Development.** The authors carry out a review of the literature on the latest advances in neuroscience as regards the neurobiological and neuropsychological foundations of the executive functions and their diagnosis and treatment.

**Conclusions.** Every day, the scientific community confirms the importance of identifying and understanding the brain circuits in the diagnostic stage, especially the prefrontal dysfunction syndromes involved in the neuropsychological deficits of the different neurodevelopmental and adult disorders, so as to be able to establish effective neurocognitive stimulation protocols.

**Key words.** Diagnosis. Executive functions. Prefrontal cortex. Treatment.