

Revisión de la literatura

Alteraciones cognitivas secundarias a trauma craneoencefálico en la población pediátrica.

Cognitive alterations secondary to traumatic brain injury in the pediatric population.

Madeleine Santrich-Sotomayor^{1,a}, María-Paula Ardila-Martínez^{1,a}, Valeria Castañeda-Rendón^{1,a},
María-Camila Mejía-Duran^{1,a}, María-Antonia Quintero-Orozco^{1,a}, Carlos-Arturo González-Acosta^{2,b},
Lina-Vanessa Becerra-Hernández^{3,a}.

1. Estudiante de Medicina, Semillero de Innovadores en Salud ISSEM.
2. Psicólogo, Magister en Ciencias Biomédicas.
3. Médica, Magister en Ciencias Biomédicas, Doctora en Ciencias Biomédicas, Profesora Departamento de Ciencias Básicas de la Salud.

- a. Facultad de Ciencias de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana (Colombia).
- b. Universidad del Valle.

CORRESPONDENCIA

Madeleine Santrich Sotomayor
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-6187-0681>
Facultad de Ciencias de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia).
E-mail: madeleinesantrich1@javerianacali.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del artículo hacen constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de intereses que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

RECIBIDO: 24 de octubre de 2021.

ACEPTADO: 19 de junio de 2023.

RESUMEN

El trauma craneoencefálico es una entidad prevalente en nuestra población y genera discapacidad importante en quienes lo padecen. La mayoría de los reportes al respecto se han llevado a cabo en población adulta y en relación con las alteraciones sensoriomotoras, sin embargo, hay mucha menos literatura en relación con la población pediátrica que sufre trauma craneoencefálico y así mismo en secuelas cognitivas, que pueden comprometer el desarrollo de estos individuos. La presente revisión reúne la información encontrada de literatura reciente en relación con las alteraciones cognitivas secundarias a trauma craneoencefálico en poblaciones pediátricas. Se hace énfasis en las funciones cognitivas que pasan por periodos críticos o ventanas vulnerables y de consolidación durante la infancia, como el lenguaje, la memoria, la atención y el control inhibitorio. Los compromisos que se han descrito para estas funciones pueden dar cuenta del impacto negativo del trauma craneoencefálico para procesos como el aprendizaje, el establecimiento de la cognición social y el desarrollo de las habilidades escolares, que a futuro influyen sobre la inclusión laboral y social de un individuo.

Palabras clave: Cognición, secuela, pediatría, funciones ejecutivas, trauma craneoencefálico.

ABSTRACT

Traumatic brain injury is a prevalent condition in our environment, causing disabling impairments in affected individuals. While there are numerous reports on sensorimotor alterations in the adult population, there is a significant dearth of literature concerning pediatric populations who experience head trauma and the resulting cognitive sequelae, which can profoundly affect their development. This review aims to consolidate information from the past two decades regarding cognitive impairments following traumatic brain injury in children. The emphasis is placed on cognitive functions that undergo critical periods or vulnerable windows during childhood, such as language, memory, attention, and inhibitory control. The impairments identified in these functions may account for the negative impact of traumatic brain injury on processes like learning, the establishment of social cognition, and the development of school-related skills. These long-term consequences can significantly influence an individual's future prospects, including their ability to secure employment and achieve social inclusion.

Key words: Cognition, sequelae, pediatrics, executive functions, traumatic brain injury.

Santrich-Sotomayor M, Ardila-Martínez MP, Castañeda-Rendón V, Mejía-Durán MC, Quintero-Orozco MA, González-Acosta CA, Becerra-Hernández LV. Alteraciones cognitivas secundarias a trauma craneoencefálico en la población pediátrica. Reporte de caso. *Salutem Scientia Spiritus* 2023; 9(2):97-104.



La Revista *Salutem Scientia Spiritus* usa la licencia Creative Commons de Atribución – No comercial – Sin derivar:

Los textos de la revista son posibles de ser descargados en versión PDF siempre que sea reconocida la autoría y el texto no tenga modificaciones de ningún tipo.

INTRODUCCIÓN

El trauma craneoencefálico (TCE) en la población infantil supone un grave problema de salud pública en nuestro medio que implica secuelas neurológicas graves y altos costos socioeconómicos. Este se define como una lesión física al parénquima cerebral a través de diversos mecanismos, principalmente externos, que resultan entre otras cosas, en el compromiso de las denominadas funciones ejecutivas.

De acuerdo con el Instituto Colombiano de Medicina Legal las muertes por TCE en el país se producen con mayor frecuencia en la población que se encuentra en los “extremos de la vida”. La tasa de mortalidad por TCE en Colombia es de 125 casos por cada 100.000 habitantes,¹⁻³ siendo la primera causa de discapacidad permanente y de muerte en población pediátrica a nivel global. Esta problemática no es exclusiva de los países de bajos y medianos ingresos, cuenta con un estimado alrededor de 7000 muertes anuales en EE.UU.¹ El TCE se clasifica de acuerdo a la severidad usando la escala de Coma de Glasgow, moderado, y severo (< o =8)⁴⁻¹⁵. Sin embargo existe una modificación de la escala para la población pediátrica, en la que el punto de corte para definir TCE severo es todo puntaje menor a cinco, teniendo en cuenta que la evaluación de la comprensión de órdenes no es fácil de aplicar, especialmente en los pacientes menores de cinco años.² Se estima que los casos reportados en el mundo en menores de 18 años van desde 47 hasta 280 por cada 10.000 niños, en donde el 80% representan casos leves, con una mortalidad del 1-6%.⁴ Los principales mecanismos por los cuales se presentan TCE en niños son: caídas, accidentes de tránsito, traumas directos y maltrato físico; esto sumado a factores de riesgo del entorno del niño: abandono, escolaridad, condición económica de cuidadores y funcionalidad del núcleo familiar.⁵

Para entender las secuelas neurológicas del TCE, es importante reconocer las etapas de la lesión cerebral, las cuales se describen como daño cerebral primario, que es la lesión tisular causada por el impacto que generalmente es irreversible; y daño cerebral secundario, que corresponde a los eventos posteriores desencadenados por el trauma que son potencialmente reversibles. El mecanismo primario del daño posterior a un TCE incluye cambios mecánicos que tienen lugar dentro de los primeros minutos y que afectan a los axones, las células gliales y los vasos sanguíneos, los cuales pueden lacerarse, con extravasación secundaria de sangre y muerte celular asociada, ésta última generalmente de tipo necrótico. Horas a días después del trauma se produce una lesión secundaria que incluye los fenómenos excitotóxicos mediados por glutamato y un ambiente inflamatorio que afecta el espacio subdural por la migración de linfocitos activados y el aumento de mediadores proinflamatorios.⁶ La excitotoxicidad es resultado del aumento de las concentraciones de calcio al interior de la célula, en respuesta a una sobreestimulación de los receptores ionotrópicos

para glutamato, principalmente de tipo NMDA. Este fenómeno se asocia con un incremento en la producción de los radicales libres, secundario a la activación de enzimas intracelulares dependientes de calcio, y con la activación de proteínas también dependientes de las concentraciones de este ion, como las calpaínas, que se convierten en ejecutoras del daño al interior celular.⁷ Se debe considerar que este panorama molecular se estaría estableciendo en un cerebro en desarrollo, y la interrupción de los procesos de desarrollo durante periodos sensibles de formación pueden perjudicar la futura maduración, resultando en una conectividad anormal o en fracaso en el establecimiento de las redes neuronales que soportan las tareas cognitivas.

Se ha reportado que en general, las consecuencias funcionales más comunes del daño cerebral secundario son: la alteración en la conciencia, los trastornos en el movimiento y la marcha, los trastornos de la deglución y del control de esfínteres, los trastornos sensoriales y las secuelas neuropsicológicas que afectan principalmente las funciones mentales superiores como atención, concentración, memoria, aprendizaje, razonamiento, lenguaje y regulación emocional y de la conducta.⁸ Podemos asumir que las alteraciones neuropsicológicas en los niños posteriores a trauma craneoencefálico, generan un impacto significativo en el desarrollo neurocognitivo de los menores, en su dinámica familiar y en su economía.⁹ Esto es especialmente cierto en los niños en edad escolar, quienes pueden vivir cambios abrumadores, con discapacidad para el aprendizaje y/o la socialización con sus pares, lo cual dificulta su adecuado crecimiento e inclusión. Es necesario tener en cuenta la etapa de desarrollo en la que se encuentra el infante al momento de sufrir el trauma, considerando la neuroplasticidad y la vulnerabilidad intrínsecas al momento de desarrollo del niño y la relación de estas variables con los eventos secundarios a una lesión cerebral y las secuelas.¹⁰

Considerando los puntos anteriores y con el objetivo adicional de generar literatura en español sobre el tema, la siguiente revisión busca describir las alteraciones en las funciones mentales superiores en individuos menores de 17 años posteriores a un TCE, documentadas en la literatura reciente.

ALTERACIONES POSTERIORES A TRAUMA CEREBRAL PEDIÁTRICO

Memoria

La memoria se definió inicialmente como el proceso de codificar, almacenar y recuperar información traducida desde el exterior a través de los órganos de los sentidos.¹¹ Los avances en relación con la neuropatología y su comprensión a través de la neuroimagen, han dado paso al concepto de memoria como una colección de habilidades mentales que dependen de varios sistemas dentro del cerebro. Un sistema de memoria es una forma en la cual

el cerebro procesa información que estará disponible para su uso en un momento posterior, entendiendo que cada sistema de memoria depende de diferentes sustratos neuroanatómicos. Algunos sistemas de memoria están asociados con la conciencia (explícitos) y pueden recordarse también conscientemente (declarativos), mientras que otros se expresan mediante un cambio de comportamiento (implícitos) y típicamente son inconscientes (no declarativos). Esta clasificación incluye grupos más pequeños dentro de esas categorías (procedimental, semántica, episódica, etc.) y así mismo, la memoria se puede clasificar de muchas otras formas, como por la naturaleza del material que sea recordado (en verbal o visuoespacial, etc.).¹² La memoria es una de las funciones que más comúnmente se ve afectada post TCE en los pacientes pediátricos, y como extensión de ésta, los procesos de aprendizaje y retención de información. Cada uno de los hallazgos al examen neurológico y en las pruebas cognitivas en TCE deben ser entonces interpretados considerando los diferentes sistemas de memoria que se han mencionado. La afectación de la memoria se presenta en todos los grupos de pacientes con diagnóstico de TCE (leve, moderado y severo), sin embargo se ha encontrado que las características clínicas y la presentación, varían de acuerdo a la severidad del caso.¹³

En el caso particular del TCE severo en población pediátrica, se ha descrito de forma consistente la alteración en la memoria “compleja” relacionada con procesos visuales o verbales. Este tipo de compromiso se consideró inicialmente contrario a lo que se pensaba acerca sobre la capacidad de mayor recuperación funcional secundaria a neuroplasticidad de los pacientes pediátricos, pues se ha encontrado que cuando la patología es severa, el compromiso a largo plazo en la memoria es peor y más limitante que en los adultos.¹⁴ Actualmente se sabe que las funciones mentales superiores tienen periodos críticos para su establecimiento, descritos como ventanas temporales en las cuales los sistemas de conectividad y moleculares asociados con la función neural maduran y durante los cuales estos sectores son muy dependientes de los cambios en el contexto.

En un estudio longitudinal, realizado con pacientes pediátricos diagnosticados con TCE leve, se evaluaron diferentes funciones neurocognitivas, entre estas la memoria a 1, 6 y 12 meses post trauma, haciendo uso de test para evaluación de la memoria prospectiva, visual y verbal. En este estudio se encontró que con respecto al grupo control, los pacientes con el antecedente de TCE tuvieron un pobre desempeño en el test de memoria prospectiva y verbal, y un resultado aún peor y más significativo en el test de memoria visual.¹⁵ Lo anterior apoya la evidencia existente sobre los efectos del trauma en la memoria y confirma que aunque son los casos de TCE grave los que peores y más globales resultados generan funcionalmente, el TCE leve también puede tener implicaciones en algunos sistemas de memoria, generando dificultades cognitivas a largo plazo.

Lenguaje

El lenguaje es el conjunto de signos verbales y no verbales que conforman la principal forma de expresión y comunicación en el ser humano. Es uno de los fundamentos para la regulación de la conducta y constituye la base de la socialización en nuestra especie. Las áreas de la corteza encargadas de la recepción y expresión del lenguaje son la de Wernicke, en la transición temporo-parietal y la de Broca, en el giro frontal inferior, respectivamente; por lo que una lesión en algunas de estas se va a expresar con una afasia.¹⁶ La mejora en la comprensión de la conectividad cerebral ha ampliado la distinción de los elementos múltiples del lenguaje, que lo vinculan con la memoria, con la cognición y con el afecto, por lo cual la visión de áreas expresivas y sensoriales del lenguaje es reduccionista en relación con la descripción del mismo como producto emergente de la actividad encefálica.¹⁷

Las alteraciones del lenguaje son las menos estudiadas en la población pediátrica, debido a que el TCE en la infancia no provoca síndromes afásicos concretamente. Este fenómeno está posiblemente asociado a que, durante el desarrollo temprano, el funcionamiento lingüístico parece reclutar de manera cooperativa muchas más áreas que en el cerebro adulto y, adicionalmente, al hecho que la dominancia hemisférica está aún en proceso de establecerse.¹⁸ Dentro de los cambios que se han descrito, hay un mayor número de alteraciones en el lenguaje escrito de los niños en comparación con los adolescentes, que no se explica por problemas psicomotores debido a que no hay problemas en la escritura por copia.¹⁹ De igual forma, se evidencia un mayor compromiso en menores de 31 meses sobre el lenguaje expresivo en comparación con el receptivo, incluso en TCE de leve severidad, debido a que esta destreza es mucho más vulnerable por su rápido desarrollo y no ha sido establecida como sí lo es el lenguaje receptivo.²⁰ En menores de cuatro años, se han evidenciado con mayor frecuencia dificultades en las funciones lingüísticas de orden superior (procesamiento del discurso), siendo las más evidentes la reducción en la cantidad de información y déficits tanto en la estructura esquemática del discurso como en su contenido semántico.²¹

Por medio de un estudio observacional y retrospectivo a 65 pacientes entre los 3 y 16 años que ingresaron a una unidad específica de daño cerebral tras sufrir un TCE, se buscó determinar la funcionalidad de los mismos tras un programa integral de rehabilitación. Para describir el perfil funcional de los pacientes se usaron tres escalas de valoración: *Disability Rating Scale* (DRS), *Functional Independence Measure* (FIM) y la *Glasgow Outcome Scale* versión extendida. Por medio de estas escalas se detectaron un 49.2% de casos de alteraciones del lenguaje y un 56.9% de casos de alteraciones del habla.²²

Asímismo, un estudio longitudinal con una muestra de 30 niños

entre 6 y 10 años que sufrieron TCE leve y fueron atendidos en el hospital pediátrico de Quito – Ecuador, reportó que no hubo una recuperación total o completa del lenguaje posterior al TCE, por lo que los individuos quedaron con secuelas evidentes a mediano plazo después del trauma. Para valorar estos individuos se utilizaron las subpruebas de la Escala Wechsler de Inteligencia para niños IV (WISC-IV) de vocabulario e información y el test TAR de articulación a la repetición. Adicionalmente, por medio de escalas de observación clínica se realizó una comparación en el tiempo (días antes del TCE, días después del TCE y un mes después del TCE) del estado de tres funciones mentales (memoria, atención y lenguaje).²³

Los trastornos del lenguaje que más comúnmente se describieron como secuelas en los estudios mencionados se pueden resumir en: dificultad para nombrar objetos (anomia) y en la comprensión del lenguaje (entender ordenes), disminución de la velocidad de procesamiento con retraso de la respuesta verbal, déficits de escritura y dislexia. Estas alteraciones resultan en un lenguaje tangencial, inapropiado, desordenado, lo cual se ha observado principalmente en la población adolescente. Aunque es poco común, el mutismo es otra alteración que puede presentarse, en este caso el niño entiende completamente lo que le dicen pero es incapaz de emitir lenguaje.^{24,25}

Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas se definen como una agrupación de capacidades que son fundamentales para manejar, ajustar y lograr metas y objetivos; cumplen un rol muy importante en el funcionamiento cognitivo, comportamental y emocional, ya que permiten regular este tipo de pensamientos y acciones y esto influye directamente en la interacción social.²⁶ Dentro de estas funciones se encuentran una gran cantidad de habilidades como abolir respuestas impulsivas, filtrar información irrelevante, cambiar de dirección una tarea, planificar, entre otras.^{27,28} Se han descrito tres funciones ejecutivas centrales: inhibición (que incluye la inhibición conductual, la atención selectiva y la inhibición cognitiva), la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. A partir de éstas, se construyen funciones ejecutivas de orden superior, como el razonamiento, la resolución de problemas y la planificación.²⁹

Se ha reportado que el TCE conduce a compromisos más graves de la función ejecutiva en relación inversa con la edad, de tal manera que son los niños más pequeños los que presentan daños más severos de las mismas al momento del trauma. Aquellos niños que presentan una lesión antes de los tres años, tienen déficits ejecutivos que suelen ser más globales y severos, y aquellos niños en los que la lesión es más tardía, pueden tener un desempeño cercano a la media. Adicionalmente, se ha observado que aquellas habilidades que se encuentran en desarrollo en el momento de

la lesión son más vulnerables que aquellas que ya se encuentran establecidas.³⁰⁻³²

En un estudio prospectivo longitudinal realizado con 65 pacientes pediátricos con diagnóstico de TCE severo en un periodo de dos años, se encontró que los pacientes que sufrían la lesión entre los 13 y los 15 años tenían menos señales de recuperación respecto a pacientes menores. Hay que considerar que ésta es una medida del progreso de la disfunción ejecutiva, diferente a la severidad de la disfunción al momento del trauma, cuya evidencia se describió en el párrafo anterior. Adicionalmente, en este estudio se describió que al hacer evaluación de la todas las funciones 24 meses después de establecida la lesión, la memoria de trabajo y la inhibición tuvieron menor tendencia a recuperarse. En este mismo trabajo se analizaron los predictores pronósticos de compromiso de las funciones ejecutivas y dentro de estos se encontraron dos importantes: la relación entre la baja educación de los padres con un peor desempeño del niño en las funciones ejecutivas (especialmente en la memoria de trabajo) y, la relación entre un puntaje en la escala de coma de Glasgow menor a 6 con peores resultados a corto y largo plazo en las funciones ejecutivas respecto a pacientes con puntajes entre 7 y 9.³³

Gran cantidad de los TCE generan lesiones frontales, región considerada el sustrato biológico principal de las funciones ejecutivas. Sin embargo, el TCE es una patología con mecanismos de daño heterogéneos, con distribución no uniforme sobre el parénquima cerebral y con distintos grados de severidad ya mencionados. Así mismo, las funciones ejecutivas son diversas y sus sustratos anatómicos también varían. Dependiendo entonces de los sectores comprometidos en el trauma y de su conectividad, encontraremos diferencias en el compromiso del tipo de funciones ejecutivas.^{34,35} La atención por ejemplo, es un proceso funcional complejo que se compone e interactúa con otros sistemas, no se restringe de forma exclusiva a la conectividad prefrontal y le permite al niño la focalización, selectividad, sostenibilidad, alternancia y división de su estado de alerta a los diferentes estímulos externos e internos, procesos fundamentales en el aprendizaje.^{36,37} Todo el sistema involucrado en los procesos de atención está controlado por un conjunto amplio de áreas encefálicas: regiones frontales, temporales, parietales e insulares, así como sectores de tallo cerebral, cada una relacionada con un componente atencional distinto.^{38,39}

Es una función que puede comprometerse tanto de manera aguda tras un TCE como a largo plazo. La severidad del déficit se asocia con el compromiso de la lesión, presentándose casos más severos en los traumas más graves y menos severos en los leves, con un mejor pronóstico a largo plazo en estos últimos. La mayoría de la literatura sobre atención y TCE evalúan un modelo de atención de cuatro factores: cambio, enfoque, habilidades de codificación y mantenimiento, los cuales son sensibles todos al TCE. Como en las otras tareas mencionadas, la atención puede verse afectada en

TCE pediátrico de dos maneras: un efecto agudo de la lesión que genere pérdida de la función ya establecida o una interrupción del desarrollo de los sistemas atencionales en el niño.¹³

En un estudio realizado en la universidad de Costa Rica con 19 niños y niñas entre los 6,4 y los 12,9 años, se evaluaron 10 casos leves, seis moderados y tres severos. En cuanto a los instrumentos utilizados para evaluar la función atencional, se utilizaron las subpruebas de claves y registros de la Escala Wechsler de Inteligencia para niños IV (WISC-IV). Se observó que en la prueba clave, el desempeño de los niños y las niñas no se ve afectado y en la prueba de registros sí. A pesar de que la prueba de registros evalúa velocidad de procesamiento de información, que también se evalúa en la prueba de claves, la prueba de registros involucra otros procesos como procesamiento de la información, atención visual selectiva, inhibición de la respuesta visual y rastreo visual; que pueden dar cuenta de la diferencia en los resultados.⁴⁰

Una de las herramientas utilizadas para evaluar la atención es el “*Attention Network Test*” (ANT), que está diseñado para evaluar 3 de las denominadas redes de la atención. Las redes evaluadas corresponden a las subyacentes al estado de alerta, que se define como la respuesta óptima ante los estímulos del medio, y a las redes de orientación y atención ejecutiva, que corresponden a la capacidad de seleccionar, sostener y, de ser necesario, cambiar el patrón de respuesta atencional para dar con un objetivo y/o resolver un problema.^{41,42} El objetivo de evaluación se logra en una sesión de 30 minutos y se ha utilizado tanto en población adulta como en población pediátrica sin problema alguno.⁴³ De acuerdo con la literatura, al comparar con esta herramienta el desempeño de atención en pacientes pediátricos de forma posterior a TCE y en pacientes pediátricos con trauma no específico de cabeza, se ha encontrado que el primer grupo presenta momentos de pérdida de la atención mucho más largos respecto a los pacientes que no han sufrido TCE.^{44,45} Los estudios reportan que de forma posterior al TCE, los niños manifiestan dificultades en la atención con enlentecimiento en el procesamiento de la información, problemas para darle seguimiento a una conversación, pérdida de la línea del pensamiento e imposibilidad de prestarle atención a dos cosas a la vez.⁴⁰

Por otro lado, el control inhibitorio implica ser capaz de controlar la atención, el comportamiento, los pensamientos y/o las emociones para anular una predisposición interna o una atracción externa y, en su lugar, hacer lo que sea necesario. En términos generales, nuestro comportamiento está bajo el control de los estímulos ambientales mucho más de lo que normalmente creemos, y la capacidad de ejercer un control inhibitorio crea la posibilidad de cambio y elección, nos permite adaptarnos y vivir en sociedad. La habilidad que procede de una correcta función inhibitoria permite entre otras cosas, suprimir una respuesta prepotente, detener una respuesta en curso, suprimir la aparición de información no

relevante desde la memoria, resistir la interferencia de eventos anteriores así como de la percepción presente. De esta manera, entendemos que la inhibición es fundamental para un desarrollo académico, social y familiar satisfactorio en la población pediátrica.^{46,47}

A este respecto, en un estudio prospectivo longitudinal de siete años sobre TCE severo en la infancia de la Universidad de París V, se midió el déficit en el desarrollo de las actividades de la vida cotidiana utilizando el cuestionario BRIEF (*Behavior Rating Inventory of Executive Functions*) y varias pruebas neuropsicológicas estandarizadas en 39 niños. Los resultados del cuestionario demostraron deterioro significativo de la función inhibitoria. Más allá del deterioro, se observó ausencia de recuperación 24 meses post TCE. En cuanto a las pruebas neuropsicológicas, los resultados evidenciaron claro déficit tres meses post TCE, con recuperación a la casi normalidad a los 12 meses.⁴⁸ Un segundo estudio retrospectivo tomó como muestra esta misma población, aunque participaron 27 individuos de los 39 del primer estudio, y se realizó un análisis más detallado de las pruebas ya mencionadas en la población a los siete años post TCE. Para alteraciones comportamentales se usaron tres escalas; *Child Behavior Checklist* para los menores y *Adult Behavior Checklist* para los mayores de edad, en las cuales el 59% de los individuos presentaron problemas del comportamiento asociados con inhibición, y el cuestionario BRIEF en particular la sección BRI (Índice de Regulación del comportamiento) que mide la habilidad del niño para modular sus emociones por medio de su función inhibitoria, en el cual el 44% de los individuos obtuvieron como resultado un puntaje desfavorable, mayor al corte aceptado.⁴⁹ Otro estudio realizado durante dos años con 200 menores de edad reportó que los síntomas típicos de Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) tuvieron una correlación con las alteraciones encontradas en las medidas utilizadas para evaluar la inhibición en pacientes con diagnóstico actual de TDAH que previo al mismo sufrieron TCE. Se concluyó además que el diagnóstico de TDAH es tres veces mayor en niños con antecedente de TCE.⁵⁰

CONCLUSIONES

En los estudios citados en el presente documento se hace énfasis en las alteraciones en los ejes de memoria, lenguaje, atención y control inhibitorio. (Figura 1) En relación con la memoria los sistemas más afectados en población pediátrica después de un TCE son los visuales, seguidos de la memoria prospectiva y verbal. En relación con el lenguaje, a pesar de que no se presentan cuadros afásicos francos como secuela, es consistente una asociación de problemas asociados con menor edad al momento del evento traumático y mayor compromiso en el lenguaje expresivo que en el receptivo, hallazgo que está en relación con los periodos críticos para el establecimiento de cada uno de ellos. Los trastornos del lenguaje que más comúnmente se describieron como secuelas

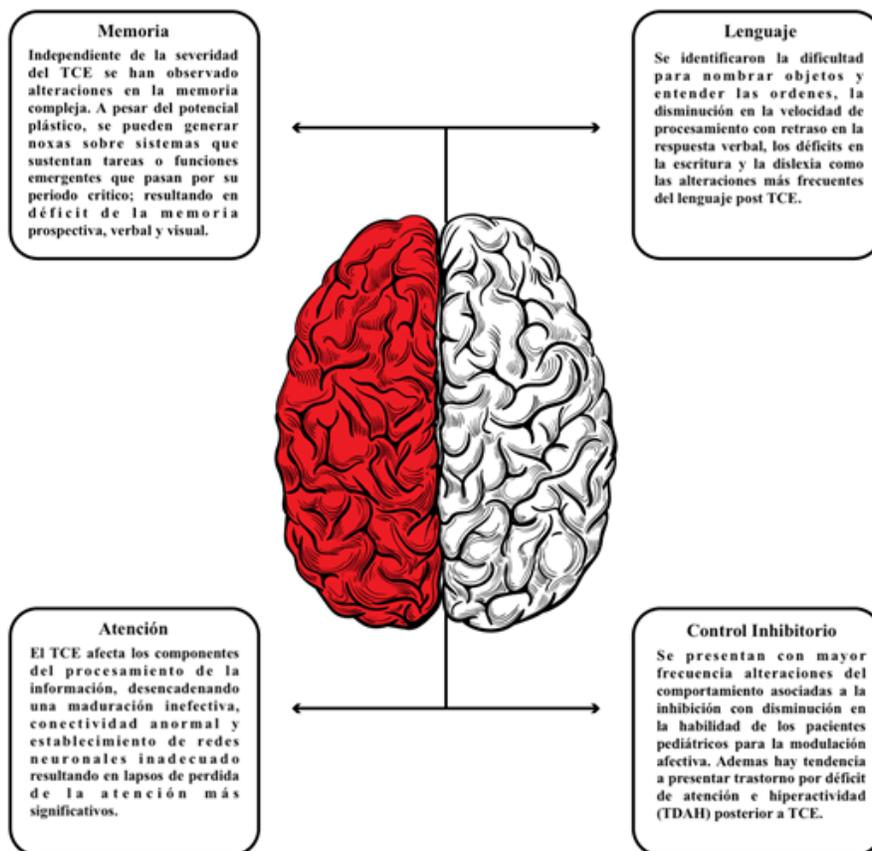


Figura 1. Trauma craneoencefálico y funciones ejecutivas.

del TCE fueron la dificultad para nombrar objetos y entender las órdenes, la disminución de la velocidad de procesamiento con retraso de la respuesta verbal, y los déficits de escritura y dislexia. Dentro de las funciones ejecutivas, la memoria de trabajo y la inhibición tuvieron menor tendencia a recuperarse de manera posterior al TCE, con consecuentes problemas del comportamiento y problemas para la modulación afectiva por medio de su función inhibitoria. Así mismo, de forma posterior al TCE, los niños presentan dificultades en la atención con entrecimiento en el procesamiento de la información, problemas para darle seguimiento a una conversación, pérdida de la línea del pensamiento e imposibilidad de prestarle atención a dos cosas a la vez.

Las alteraciones cognitivas en términos generales son más globales cuando se presentan a una menor edad, pero se debe considerar que muestran una tendencia a tener mejores índices de recuperación también cuando el trauma ha sido a menor edad. De esta manera, la población pediátrica, si bien tiene mayor potencial plástico en términos generales, lo cual favorece los procesos de

rehabilitación neurológica, también debe considerarse como vulnerable de forma selectiva al efecto de ciertas noxas sobre sistemas o sectores que sustentan tareas o funciones emergentes que pasan por su periodo crítico, como la atención y el control inhibitorio.

Aunque hay evidencia consistente sobre los déficits en las funciones cognitivas superiores que se presentan de forma secundaria al trauma craneoencefálico en población pediátrica, se requieren de nuevos estudios con mayor número de muestra y ampliación de las variables de estudio, que puedan proporcionarnos un panorama más detallado.

REFERENCIAS

1. Morales W., Plata J., Plata S., *et al.* Trauma craneoencefálico en Pediatría: La importancia del abordaje y categorización del paciente pediátrico en el servicio de urgencias. *Pediatr.* 2019; 52(3):85-93. DOI: 10.14295/p.v52i3.121
2. Ghaffarpasand F, Razmkon A, Dehghankhalili M. Glasgow Coma

- Scale Score in Pediatric Patients with Traumatic Brain Injury; Limitations and Reliability. *Bull Emerg Trauma*. 2013; 1(4):135-136.
3. Charry J, Cáceres J, Salazar A, López L, Solano J. Trauma craneoencefálico. Revisión de la literatura. *Revista Chilena de Neurocirugía*. 2017; 43(2):177-182. DOI: 10.36593/rev.chil.neurocir.v43i2.82
 4. Jiménez-Aguilar DP, Montoya-Jaramillo LM, Benjumea-Bedoya D, Castro-Álvarez JF. Traumatismo craneoencefálico en niños. *Hospital General de Medellín y Clínica Somer de Rionegro*, 2010-2017. *Iatreia*. 2020; 33(1):28-38. 2019. DOI: 10.17533/udea.iatreia.36.
 5. Chaudhary S, Figueroa J, Shaikh S, Mays EW, Bayakly R, Javed M, *et al*. Pediatric falls ages 0-4: Understanding demographics, mechanisms, and injury severities. *Inj Epidemiol*. 2018; 5(Suppl 1):7. DOI 10.1186/s40621-018-0147-x.
 6. Gennarelli TA. Mechanisms of brain injury. *J Emerg Med*. 1993;11 Suppl 1:5-11.
 7. Medina Marín A, Escobar Betancourth M. Sistema glutamatérgico, primera parte: sinaptología, homeostasis y muerte celular. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2002; 31(3):193-218.
 8. Taylor HG, Yeates KO, Wade SL, Drotar D, Stancin T, Minich N. A prospective study of short- and long-term outcomes after traumatic brain injury in children: behavior and achievement. *Neuropsychology* 2002; 16:15–27. DOI: 10.1037//0894-4105.16.1.15
 9. Anderson V, Le Brocq R, Iselin G, Eren S, Dob R, Davern TJ, McKinlay L, Kenardy J. Adaptive ability, behavior and quality of life pre and posttraumatic brain injury in childhood. *Disabil Rehabil*. 2012; 34(19):1639-47. DOI: 10.3109/09638288.2012.656789.
 10. Gosselin R. Injuries: the neglected burden in developing countries. *Bulletin of the World Health Organization*. 2009; 87(4):246-246. DOI: 10.2471/BLT.08.052290
 11. Malla W, Pampori Z. Mechanics of memory – a review. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*. 2016; 2: 335-344.
 12. Budson A, Price B. Memory Dysfunction. *New England Journal of Medicine*. 2005;352(7):692-699. DOI: 10.1056/NEJMra041071
 13. Lajiness-O'Neill R, Erdodi L, Bigler E. Memory and Learning in Pediatric Traumatic Brain Injury: A Review and Examination of Moderators of Outcome. *Applied Neuropsychology*. 2010; 17(2):83-92. DOI: 10.1080/09084281003708837
 14. Anderson V, Catroppa C. Memory outcome at 5 years post-childhood traumatic brain injury. *Brain Injury*. 2007; 21(13-14):1399-1409. DOI: 10.1080/02699050701785070
 15. Babikian T, Satz P, Zaucha K, Light R, Lewis R, Asarnow R. The UCLA Longitudinal Study of Neurocognitive Outcomes Following Mild Pediatric Traumatic Brain Injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2011; 17(05):886-895. DOI: 10.1017/S1355617711000907
 16. Rodríguez GRE. Las funciones psíquicas superiores, la corteza cerebral y la cultura. Reflexiones a partir del pensamiento de A. R. Luria. Scielo. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=141131696002>
 17. Tremblay P, Dick AS. Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology. *Brain Lang*. 2016; 162:60-71. DOI: 10.1016/j.bandl.2016.08.004.
 18. Carvalho A de J, Lemos SM, Goulart LM. Language development and its relation to social behavior and family and school environments: a systematic review. *Codas*. 2016; 28(4):470-9. DOI: 10.1590/2317-1782/20162015193.
 19. Ewing-Cobbs L, Levin H. S., Eisenberg, H. M., & Fletcher, J. M. (1987). Language functions following closed-head injury in children and adolescents. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9, 575–592. DOI: 10.1080/01688638708410770
 20. Ewing-Cobbs L, Fletcher JM, Levin HS, Francis DJ, Davidson K, Miner ME. Longitudinal neuropsychological outcome in infants and preschoolers with traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 1997; 3:581–591. DOI: 10.1017/S1355617708081150
 21. Capilla A, Carboni A, Nuria P, Maestú F, González J. Desarrollo cognitivo tras un traumatismo cráneo-encefálico en la infancia. *EduPsykhé*. 2007; 6:171-198.
 22. Laxe S, León D, Salgado D, Zabaleta M. Descripción de la evolución funcional del traumatismo craneoencefálico en una población pediátrica tras un programa de rehabilitación integral. *Neurocirugía*. 2015; 26(2):84-89. DOI: 10.1016/j.neucir.2014.09.008
 23. Ana-Belén B. Carlos R. Alteraciones neuropsicológicas de la memoria, la atención y el lenguaje en el Síndrome Postraumático Craneal Leve. *Rev Chil Neuro-psiquiatr*. 2020; 58(2). DOI: 10.4067/S0717-92272020000200095
 24. Febrer-Rotger A. Traumatismo craneoencefálico en el niño y adolescente. *Rehabilitación*. 2002; 36(6):346-352. DOI:10.1016/s0048-7120(02)73306-9
 25. Jian X, Junyu W, Jinfang L. Post-traumatic mutism in children. *Brain Injury*. 2009; 23(5):445-449. DOI: 10.1371/journal.pone.0091088
 26. Díaz MC, Guevara P. Desarrollo de las Funciones Ejecutivas durante la primera infancia y su afectación ante un Traumatismo Craneoencefálico. *Revista Chilena de Neuropsicología*. 2016; 11(2):40-44. DOI: 10.5839/rcnp.2016.11.02.07
 27. Friedman NP, Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*. 2016. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.04.023.
 28. Chevalier N. Executive Function Development. *Current Directions in Psychological Science*. 2015; 24(5):363-368. DOI: 10.1177/0963721415593724
 29. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*. 2013; 64:135-168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
 30. Anderson V, Jacobs R, Spencer-Smith M, Coleman L, Anderson P, Williams J, Leventer R. Does early age at brain insult predict worse outcome? Neuropsychological implications. *Journal of Pediatric Psychology*. 2010; 35(7):716-727. DOI: 10.1093/jpepsy/jsp100.
 31. Giza CC, Prins ML. Is being plastic fantastic? Mechanisms

- of altered plasticity after developmental traumatic brain injury. *Developmental Neurosci.* 2006; 28:364-379. DOI: 10.1159/000094163
32. Johnston M. Plasticity in the developing brain: Implications for rehabilitation. *Developmental Disabilities Research Reviews.* 2009; 15:94-101. DOI: 10.1002/ddrr.64
33. Krasny-Pacini A, Chevignard M, Lancien S, Escolano S, Laurent-Vannier A, De Agostini M *et al.* Executive function after severe childhood traumatic brain injury – Age-at-injury vulnerability periods: The TGE prospective longitudinal study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2017; 60(2):74-82. DOI: 10.1016/j.rehab.2016.06.001
34. Contreras F, Kheraj P, Terán D. Revisión Teórica y Evaluación de la Cognición Social en Niños con Traumatismo Craneoencefálico. 2017.
35. Anderson V, Ylvisaker M. Executive function and the frontal lobes: Themes for child development, brain insult and rehabilitation. *Developmental Neurorehabilitation.* 2009; 12(5):253-254. DOI: 10.3109/17518420903086899
36. Fernández A. Neuropsicología de la atención. Conceptos, alteraciones y evaluación. *Revista Argentina de Neuropsicología.* 2014; 25: 1-28.
37. De Brigard F, Prinz J. Attention and consciousness. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science.* 2009; 1(1):51-59. DOI: 10.1002/wcs.27
38. Sans RC, López-Sala A, Boix C. Aspectos neuropsicológicos del daño cerebral difuso adquirido en la edad pediátrica. *Rev Neurol.* 2009; 48(Supl 2):S23-6. DOI:10.33588/rn.48S02.2009016
39. Leclercq M, Azouvi P. Attention after traumatic brain injury. En: Leclercq y Zimmermann (Eds.). *Applied neuropsychology of attention.* Hove UK: Psychology Press; 2002. p. 251-273.
40. Hernández Ramírez, D., & Jiménez Montero, M. G. Perfiles de rendimiento neuropsicológico en niños y niñas con trauma craneoencefálico: atención, control inhibitorio y memoria de trabajo. 2015; 16-18.
41. Fan J, McCandliss B, Fossella J, Flombaum J, Posner M. The activation of attentional networks. *NeuroImage.* 2005; 26(2):471-479. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.02.004
42. Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: developmental and socio-demographic properties in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development.* 2004; 75:1373-1386. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2004.00746.x
43. Fan J, McCandliss B, Sommer T, Raz A, Posner M. Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience.* 2002; 14(3):340-347. DOI: 10.1162/089892902317361886.
44. Konigs M, Heij H, van der Sluijs J, Vermeulen R, Goslings J, Luitse J *et al.* Pediatric Traumatic Brain Injury and Attention Deficit. *Pediatrics.* 2015; 136(3):534-541. DOI: 10.1542/peds.2015-0437
45. Barriga A, Doran J. Relationships between problem behaviors and academic achievement in adolescents: the unique role of attention problems. *J Emotional Behavioral Disorders.* 2002; 10(4):233–240. DOI: 10.1177/10634266020100040501
46. Anderson V. Thirty month outcome from early childhood head injury: a prospective analysis of neurobehavioural recovery. *Brain.* 2004; 127(12):2608-2620. DOI: 10.1093/brain/awh320
47. Cristofori I, Cohen-Zimmerman S, Grafman J. Executive functions. *The Frontal Lobes.* 2019; 197-219. DOI: 10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2.
48. Le Fur C, Câmara-Costa H, Francillette L, Opatowski M, Toure H, Brugel D *et al.* Executive functions and attention 7 years after severe childhood traumatic brain injury: Results of the Traumatisme Grave de l'Enfant (TGE) cohort. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2020; 63(4):270-279. DOI: 10.1016/j.rehab.2019.09.003
49. Roth R, Erdodi L, McCulloch L, Isquith P. Much ado about norming: The Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology.* 2014; 21(2):225-233. DOI: 10.1080/09297049.2014.897318
50. Schachar R, Levin H, Max J, Purvis K, Chen S. Attention Deficit Hyperactivity Disorder Symptoms and Response Inhibition After Closed Head Injury in Children: Do Preinjury Behavior and Injury Severity Predict Outcome? *Developmental Neuropsychology.* 2004; 25(1-2):179-198. DOI: 10.1080/87565641.2004.9651927.