

D **Daño Prefrontal al Inicio de la Adolescencia: Comparación de Dos Casos**

**Ma. Fernanda Pérez Morales & Jamile
Bittencourt Chastinet**

Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla, Facultad de Psicología. Puebla,
México.

Julio César Flores Lázaro

Coordinación de Institutos
Nacionales de Salud, SAP,
Secretaría de Salud. México, D.F.,
México.

Correspondencia: Julio César Flores Lázaro.
Coordinación de Institutos Nacionales de Salud,
Secretaría de Salud. Periférico Sur 4118, 1er
Piso, Col. Jardines del Pedregal. Deleg. Álvaro
Obregón, Cd. De México. C.P. 01900. Correo
electrónico: j_neuro@yahoo.com.mx

Resumen

El neurodesarrollo de la corteza prefrontal es secuencial e influye de forma importante en el desarrollo neuropsicológico de las funciones ejecutivas. Existen diversos reportes y estudios de casos que en su mayoría han estudiado niños con daño frontal, sin embargo el daño prefrontal a inicios de la adolescencia ha sido escasamente reportado, y no ha sido suficientemente estudiado en un contexto de neurodesarrollo y desarrollo neuropsicológico; siendo este momento crucial para la consolidación de la mayoría de las funciones ejecutivas conocidas. Se presentan dos casos de adolescentes masculinos, ambos sufrieron daño frontal a los 12 años de edad, uno de ellos en la corteza prefrontal izquierda y el otro en la derecha. Se presentan los resultados de la aplicación de una batería neuropsicológica de funciones ejecutivas. Los resultados se analizan en el contexto del conocimiento actual sobre neurodesarrollo de lóbulos frontales y sobre desarrollo neuropsicológico de funciones ejecutivas. Aunque se pueden encontrar características típicas de lateralización similares a las de los adultos, algunos resultados indican la influencia de un desarrollo neuropsicológico aún incompleto. Se concluye que el daño frontal a inicios de la adolescencia presenta ya algunos indicadores de lateralización, sin embargo, también se analiza el tipo de pruebas utilizadas y su influencia en los resultados.

Palabras clave: Adolescencia, daño frontal, desarrollo neuropsicológico, funciones ejecutivas, lateralización.

Prefrontal Damage at the Adolescence Beginning: Comparison of Two Cases Summary

Neurodevelopment of prefrontal cortex is sequential and influences in crucial form the neuropsychological development of executive functions. Most cases and case-studies reported in literature are about frontal-lobe damage in children, however prefrontal cortex damage at initial-adolescence are scarce, and they are not analyzed in a neurodevelopment nor neuropsychological-development perspective; despite that this age is crucial for the consolidation for the majority of executive functions. In this article two prefrontal damage cases are presented, both cases suffered damage at 12 years old, one in left hemisphere and the other in the right. Neuropsychological results are presented for an executive functions battery, and are analyzed in the actual knowledge on prefrontal cortex neurodevelopment and neuropsychological development of executive functions. Although some lateralization characteristics may be found that are similar to adults, results indicate the influence of an incomplete neuropsychological development. It is concluded that initial-adolescence prefrontal damage suggest some lateralization effects, however test-design influence over results is also analyzed.

Keywords: Adolescence, frontal damage, neuropsychological

development, executive functions, lateralization.

Introducción

El desarrollo neuropsicológico es influido de forma significativa por el neurodesarrollo secuencial de las distintas regiones y circuitos de la corteza prefrontal -CPF- (Anderson, 2001). El conocimiento de estas características se ha obtenido de forma paralela, y sólo en recientes años se han empezado a integrar los estudios de neurodesarrollo (histológicos, electrofisiológicos, morfométricos, volumétricos y neurofuncionales) con las investigaciones neuropsicológicas de los diversos procesos que dependen principalmente de la CPF, entre ellos las funciones ejecutivas. Estos últimos se pueden dividir en estudios con población normal y estudios con población con daño cerebral.

En el caso particular de la neuropsicología del daño prefrontal durante el desarrollo, se han encontrado características neuropsicológicas y psicológicas clínicas cualitativamente distintas de acuerdo al momento, edad y etapas críticas de desarrollo en que se encuentre cada caso (Jacobs, Harvey, & Anderson, 2007), esto se debe a que las diversas regiones de la CPF presentan ritmos y características de desarrollo en momentos ontogenéticos distintos (Blanton et al., 2001). Lo que implica que diversas redes neuronales soportan de manera cualitativamente distinta el desarrollo de las capacidades, procesos y habilidades psicológicas durante el desarrollo (Rosso, Young, Femia, & Yurgelun-Todd, 2004). En el campo de la investigación del desarrollo normal se ha encontrado un efecto curvilíneo en el que la mayoría de las funciones ejecutivas que se

han estudiado alcanzan su máximo desempeño entre los 12 y los 15 años (Romine & Reynolds, 2005).

Existen una serie de reportes e investigaciones sistematizadas sobre el daño prefrontal principalmente durante la infancia: Anderson, Jacobs y Harvey (2005), evaluaron a 36 niños con daño prefrontal, encontrando que como grupo general estos niños presentan alteraciones en procesos como atención dividida y cambio de foco atencional. En particular los niños con daño prefrontal izquierdo presentaron un desempeño normal en la mayoría de los procesos evaluados, excepto en las dificultades de procesamiento eficiente de información de modalidad verbal. Por el contrario los niños con daño prefrontal derecho presentaron alteraciones en conducta social, incluyendo menor monitoreo (darse cuenta de las consecuencias de su conducta-errores), desinhibición y baja capacidad para cambiar de foco atencional. Los niños con daño prefrontal bilateral presentaron mayores dificultades generales, y más dificultades ante tareas que requerían más recursos cognitivos. Los autores destacan dos aspectos: que el daño prefrontal afecta el desarrollo y desempeño neuropsicológico desde esta etapa de desarrollo, y que se pueden evidenciar algunas características de lateralización del daño prefrontal desde la niñez.

Jacob et al. 2007 estudiaron el efecto del momento ontogenético en el que ocurrió la lesión (ante diferentes tipos de lesión) en 38 niños con daño frontal, encontrando que ni la etiología ni el tiempo de la lesión presentaron relaciones lineales con las consecuencias neuropsicológicas. Los autores proponen una relación no-lineal entre el momento del daño y las

consecuencias neuropsicológicas, en donde el mayor peso en la afectación neuropsicológica ocurriría cuando un periodo crítico de neurodesarrollo se encuentre sucediendo en el momento del daño. También encontraron que mientras más temprano (prenatal y perinatal) es el daño prefrontal, hay mayor riesgo de presentar consecuencias neuropsicológicas más significativas, en tanto que el daño en la infancia (sobre todo tardía) produciría alteraciones menos severas y más específicas de las regiones involucradas. Por ejemplo Scheibel y Levin (1997), reportan el caso de un niño que sufrió daño prefrontal derecho a la edad de 4 años, y que a la edad de 12 presentaba dificultades de desempeño neuropsicológico en la prueba de WCST (perseveraciones y dificultades para la generación de hipótesis de clasificación), logrando muy pocas categorías, así como importantes dificultades para resolver problemas básicos de la prueba Torre de Londres (planeación secuencial). Sugiriendo ausencia de lateralización del daño a esta edad, o una mayor necesidad de cooperación bilateral en este periodo.

El objetivo del presente artículo es analizar y comparar dos casos con daño prefrontal al inicio de la adolescencia, mostrando características neuropsicológicas particulares en cada paciente, y sobre todo poder encontrar disociaciones y dobles disociaciones neuropsicológicas. Lo que permite aportar información sobre los indicadores neuropsicológicos de la lateralización y las consecuencias del daño prefrontal a inicios de la adolescencia.

Casos

Dos adolescentes con daño prefrontal dorsolateral (uno izquierdo y otro derecho). Caso izquierdo (CI): a los 12 años y 3

meses de edad, sufrió un accidente de tránsito en el que un objeto contundente penetró su cráneo causándole un TCE severo por contusión frontal izquierda (ver Figura 1a), a lo que se adhiere una intervención quirúrgica por hundimiento de cráneo; al momento del golpe tuvo pérdida de la conciencia por 17 días, permaneciendo hospitalizado por 30 días. Una vez superado el estado comatoso presentó parafasias semánticas al denominar objetos, no reconocía familiares, no controlaba esfínteres, tenía desorientación personal al no poder reconocer su edad, y su lectura era silábica. Posterior al accidente se reporta pérdida de la agudeza visual en su ojo izquierdo que se manifiesta en mayor medida ante la imposibilidad de visión lejana, de forma cercana reconoce algunos detalles con errores; como dato adicional los familiares reportan que antes del TCE solía ser tímido, pero después se volvió extrovertido, decidido y con “humor irónico” (lo que se confirmó durante la evaluación).

Caso derecho (CD): a la edad de 12 años y 5 meses sufrió un golpe con un bate de aluminio lo que le produjo un TCE frontal severo con fractura y hundimiento del hueso craneal temporal derecho, hematoma epidural y edema cerebral (ver Figura 1b), por lo que recibe una intervención quirúrgica. Posterior al golpe presentó pérdida de la conciencia por 5 minutos y somnolencia, además de vómitos, convulsión y dificultades para el control de esfínteres. Como dato premórbido destaca que a la edad de 9 años el paciente era agresivo y presentaba dificultades para relacionarse. En la tabla 1 se presentan las características generales de ambos casos.

Ambos casos presentaron daño dorsolateral-inferior (principalmente giro frontal inferior y en menor grado giro frontal medio. Sin embargo el caso con daño izquierdo presenta una discreta mayor extensión de daño (ver Figuras 1a y b), el caso derecho presenta hundimiento de hueso temporal, pero su clínica no reflejó alteraciones conductuales de tipo fronto-temporal.

Tabla 1.
Datos generales de cada caso

Datos clínicos	Caso izquierdo	Caso derecho
Edad del evento	12 años 3 meses	12 años 5 meses
Lateralidad	Diestro	Diestro
Escolaridad	6° de primaria	1° de secundaria
Edad de la evaluación	12 años 9 meses	12 años 11 meses
Tipo de lesión	Frontal dorsolateral izquierda	Frontal dorsolateral derecha
Antecedentes clínicos	Ninguno	Dificultades de conducta
Características clínicas actuales	- Cambios de personalidad.	- Agresividad.

Instrumentos

Se realizó una evaluación neuropsicológica general: Evaluación neuropsicológica infantil Puebla–Sevilla (Solovieva, Quintanar, & León-Carrión, 2003); verificación del éxito

escolar en adolescentes y protocolo de evaluación de las funciones visuales y espaciales (Solovieva & Quintanar, 2003) y una específica utilizando la Batería neuropsicológica de funciones ejecutivas

(Flores Lázaro, Ostrosky-Solís, & Lozano, 2008). Esta batería permite evaluar hasta 20 procesos neuropsicológicos dependientes de la CPF – entre ellos diversas funciones ejecutivas –, está diseñada para ser sensible al daño en la mayoría de las áreas frontales (dorsolateral, orbital y medial) tanto del hemisferio derecho como del izquierdo.

Las pruebas que conforman la batería fueron seleccionadas en base a la propuesta de Stuss y Levine (2000): pruebas ampliamente utilizadas por la comunidad internacional, con suficiente soporte en la literatura científica y con especificidad de área.

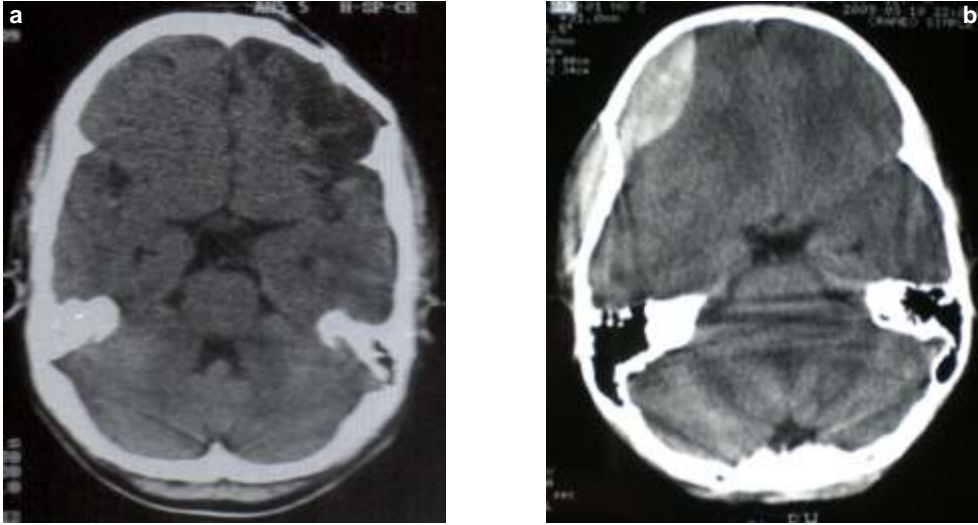


Figura 1. a) Imagen caso con daño frontal izquierdo y b) Imagen caso con daño frontal derecho.

Resultados

Sólo se presentan los resultados específicos para el daño frontal. En las Tablas 2 y 3 se presentan los resultados concretos y su significado: clínico marginal implica el desempeño mínimo para considerarlo clínico. *Desempeño clínico* implica resultados a dos desviaciones estándar de la media, y muy clínico implica resultados a tres o más desviaciones estándar. De los 20 procesos neuropsicológicos evaluados, destaca que en el CI se presentará el mayor número y gravedad de consecuencias neuropsicológicas. En la tabla 2 se presentan los procesos que se afectaron únicamente en el CI: la capacidad para

ordenar -alfabéticamente- información verbal contenida en la memoria de trabajo, el tiempo para resolver la prueba de laberintos, secuenciación inversa (restas consecutivas: 100-7, 40-3), generación de criterios de clasificación (número total de aciertos en la adaptación de WCST-64), productividad (número total de categorías semánticas generadas), control inhibitorio (efecto Stroop), planeación secuencial (Torre de Hanoi), y estrategia de memorización (curva de memoria), este último resultado se puede observar de forma cualitativa en la figura 3, en donde se observa que el CI presenta dificultades para implementar un proceso de memorización estratégico (mantener en la memoria de

trabajo las palabras ya aprendidas y enfocarse con más esfuerzo en las palabras que aún no se han podido aprender); en

tanto que el CD presenta dificultades para mantener un desempeño que inicialmente es alto pero que al final tiende a decaer.

Tabla 2.
Alteraciones específicas en el paciente con daño izquierdo

TABLA COMPARATIVA				
Función ejecutiva	Caso izquierdo		Caso derecho	
	Puntuación	Interpretación	Puntuación	Interpretación
Memoria de Trabajo ordenamiento verbal	0	clínico	2	Normal
Laberintos tiempo	61.2 seg.	Muy clínico	33.6 seg.	Normal
Secuenciación inversa	0	Muy clínico	12	Normal
Generación de criterios de clasificación	18	Muy clínico	35	Normal
Productividad	3	clínico	5	Normal
Control Inhibitorio	8	Muy clínico	2	Normal
Plantación secuencial	0	Muy clínico	2	Normal
Estrategia de memorización	Ausente		Inestable	

En la Tabla 3 se presentan las alteraciones ocurridas en ambos casos: errores de flexibilidad mental (perseveraciones en la versión modificada de WCST-64), fluidez de verbos, errores no stroop (lectura de palabras coloreadas), y lentitud en esta misma prueba. De estos resultados destaca

que en todas estas dimensiones, el paciente izquierdo siempre obtuvo el desempeño (puntaje) clínico más significativo. En ningún proceso evaluado el CD presentó de forma exclusiva una alteración neuropsicológica.

Tabla 3.
Alteraciones neuropsicológicas en ambos pacientes

Tabla Comparativa				
Función ejecutiva	Caso izquierdo		Caso derecho	
	Puntuación	Interpretación	Puntuación	Interpretación
Flexibilidad	22	Muy clínico	8	Clínico – marginal
Fluidez verbal, verbos	2	Muy clínico	9	Clínico-marginal
Control atencional	8	Muy clínico	2	clínico marginal
Tiempo Stroop	5 min	Muy clínico	2:44	clínico

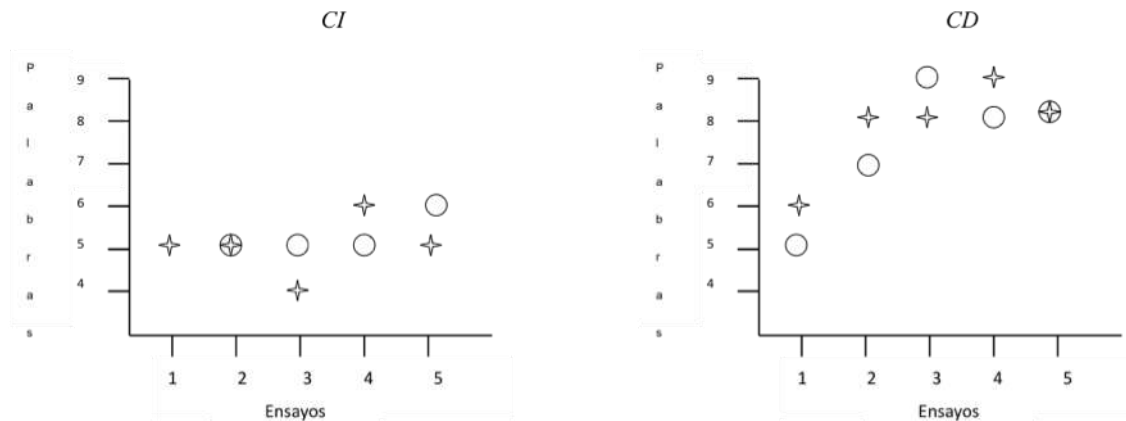


Figura 3. Curvas de metamemoria. Se aprenden nueve palabras bisilábicas en cinco ensayos, los círculos representan la predicción en cada ensayo en tanto que las estrellas representan el desempeño.

Es importante dimensionar los resultados en el paradigma de la Batería de funciones ejecutivas que se utilizó. Para esto se presentan en la tabla 4 las pruebas y procesos que la integran, y que de acuerdo a la literatura son más sensibles al daño izquierdo vs el derecho (Stuss & Levine, 2000). Se indica con una línea el hemisferio que se involucra principalmente en el desempeño de la prueba, en algunos casos también se indica de la misma forma la participación bilateral. Como se puede observar, la batería -como paradigma- no presenta un sesgo particular (sensibilidad-sesgada) hacia el daño izquierdo y/ dorsolateral; como es común en las baterías o pruebas "frontales." Se indica también en cuales de estos procesos cada paciente presentó un desempeño clínicamente significativo. Así cada paciente está dimensionado y se evitan falsos positivos o negativos.

Discusión

La coincidencia entre la edad del daño, el sexo y la dominancia manual, permiten

realizar una comparación entre las consecuencias hemisféricas entre ambos casos -tomando en cuenta que el CI presenta una discreta pero mayor extensión del daño, y el caso derecho presentó hundimiento del hueso temporal-. Como sucede en muy pocas ocasiones, la batería utilizada permite una evaluación muy amplia de procesos, los cuales dependen de diversas regiones frontales, de ambos hemisferios. De esta forma se logra una comparación neuropsicológica verdaderamente representativa tanto de procesos como de regiones frontales.

Discusión general: los resultados indican que de forma general el daño frontal izquierdo afectó en mayor número y magnitud neuropsicológica los procesos evaluados. De forma particular, en el daño izquierdo se presentaron alteraciones neuropsicológicas que no se presentaron en el daño derecho (disociación); adicional a esto, en el daño derecho se presentaron alteraciones neuropsicológicas que en ningún caso fueron exclusivas, sino que también el caso con daño izquierdo las presentó, y además las presentó con mayor

significado clínico (tanto cualitativo como cuantitativo).

Tabla 3.
Paradigma neuropsicológico de la batería utilizada

Proceso	Izquierdo	Bilateral	Derecho
1. Control inhibitorio	CI	—	—
2. Control motriz	—	—	—
3. Control atencional	CI	—	<u>CD</u>
4. Mantenimiento de set.	—	—	—
5. Detección de selecciones de riesgo.	—	—	—
6. Procesamiento riesgo beneficio.	—	—	—
7. Mdt Verbal (ordenamiento)	<u>CI</u>	—	—
8. Mdt visual (identidad de objetos)	—	—	—
9. Mdt visuoespacial (secuenciación)	—	—	—
10. Flexibilidad mental	<u>CI</u>	—	<u>CD</u>
11. Generación de hipótesis de clasificación	<u>CI</u>	—	—
12. Secuenciación inversa	<u>CI</u>	—	—
13. Planeación visuoespacial	—	—	—
14. Planeación secuencial	<u>CI</u>	—	—
15. Productividad semántica	<u>CI</u>	—	—
16. Estrategia de memorización	<u>CI</u>	—	CD
17. Eficiencia de procesamiento (tiempo)	—	—	—
18. Comprensión de sentido figurado	—	—	—
19. Metamemoria	—	—	—
20. Abstracción de estímulos visuales	—	—	—

Lo anterior permite establecer algunas probables implicaciones:

- a) El daño prefrontal izquierdo podría tener un mayor número de consecuencias neuropsicológicas que el daño prefrontal derecho a inicios de la adolescencia.
- b) La extensión del daño del CI explicaría principalmente la mayor magnitud de afectación clínica, es decir un muy alto número de errores, una lentificación muy acentuada, e incluso la imposibilidad de realizar algunas pruebas.
- c) Las pruebas neuropsicológicas más comúnmente utilizadas en la literatura internacional para evaluar el daño derecho – las cuales afirman

especificidad hemisférica en adultos- pueden requerir con mayor importancia de la participación del hemisferio izquierdo durante la adolescencia, sin implicar falta de especificidad de lateralización de estas pruebas en sujetos adultos.

- d) Las pruebas neuropsicológicas “específicas” para el daño frontal derecho, pueden requerir más participación de la CPF izquierda, en contraste las pruebas “específicas” del daño frontal izquierdo, pueden requerir una menor participación de la CPF derecha, y estos requerimientos pueden darse en todas las edades; esta

situación se ha encontrado con la prueba de fluidez de diseño de Ruff, Allen, Farrow, Niemann, & Wylie, 1994) - originalmente diseñada como contraste hemisférico de la fluidez verbal, y planteada como específicamente sensible al daño frontal derecho- para la que se encontraron resultados con pacientes adultos con daño frontal izquierdo y alteraciones en esta prueba, aunque cualitativamente distintas que las encontradas en los pacientes con daño frontal derecho (Baldo, Shimamura, Delis, Kramer, & Kaplan, 2001).

Conducta y lateralización del daño. Como es ampliamente conocido el daño prefrontal derecho produce mayores dificultades de conducta y socialización, situación presentada por el CD. Es importante destacar que previo al daño este caso tenía ya antecedentes de dificultades de conducta y de desarrollo psicológico, lo que implica un pronóstico muy negativo, ya que se ha encontrado que los adolescentes con estas mismas características tienen el pronóstico menos favorable (Muscara, Catroppa, & Anderson, 2008). Sin embargo el probable compromiso de la corteza temporal por el hundimiento craneal, no se observa ni clínica ni neuropsicológicamente, es decir no abona a la gravedad de las consecuencias neuropsicológicas frontales, ya que no se presentaron características clínicas del complejo fronto-temporal, por lo que es probable que su compromiso haya sido menor o incluso ausente; sin embargo también es probable que la relación fronto-temporal aún no sea clínicamente evidente a la edad de 12 años.

Con respecto al CI, la mayor extensión del daño no se refleja en alteraciones típicamente descritas: inercia, adinamia y

rasgos depresivos.

Contexto de neurodesarrollo.

- a) Momento ontogenético del daño: el daño ocurre en ambos casos a inicios de la adolescencia, cuando de acuerdo a la literatura las regiones orbitales y mediales han alcanzado su máximo desarrollo, y las regiones dorsolaterales (sitio principal de lesión de ambos casos) aún presentan cambios estructurales de neurodesarrollo (Sowell et al., 2004), y sus propiedades neurofuncionales aún no han alcanzado las características adultas: activación reducida y diferenciada de áreas cerebrales; propiedades que se alcanzan hacia mediados de la adolescencia (Casey, Giedd, & Thomas, 2000). La literatura también destaca un desarrollo más temprano de la CPF derecha que la izquierda, implicando un desarrollo neuropsicológico más lento para los procesos que dependen de la CPF izquierda (Klingberg, Vaidya, Gabrieli, Moseley, & Hedehus, 1999; Sowell et al., 2004).
- b) Lateralización: los resultados de la literatura y los encontrados en estos casos implican una mayor claridad de lateralización para la CPF-izquierda, con el factor añadido de la falta de suficiente especificidad de las pruebas frontales "derechas".
- c) Desarrollo posterior: el momento ontogenético del daño implicaría la interrupción del proceso de especialización (parcelación funcional, integración funcional, etc.) de las redes soportadas por las regiones dañadas, así como la interrupción del curso normal de mielinización de la CPF que aún se desarrolla durante la adolescencia (Rubia et al., 2001).

Discusión de resultados particulares:

· *Tiempo de procesamiento:* la lentitud de procesamiento se ha reportado como una característica general del daño prefrontal en adultos, en particular se ha encontrado que el daño prefrontal izquierdo produce una mayor lentificación durante el proceso de denominación en la prueba Stroop (Stuss, Floden, Alexander, & Levine, 2001). La lentificación fue encontrada en ambos pacientes para la prueba stroop, pero el CI presentó mayor lentificación en esta prueba que el CD. Así mismo el CI presentó un desempeño clínico en el tiempo de ejecución de la prueba de laberintos, en contraste con el CD que presentó un desempeño normal. La mayor lentificación del CI se puede explicar en este caso particular por la mayor extensión del daño.

· *Secuenciación:* todos los procesos que requieren de secuenciación (ordenar en una secuencia de tiempo-ejecución): memoria de trabajo verbal-ordenamiento, restas consecutivas, planeación secuencial (Torre de Hanoi), se afectaron particularmente en el CI y no lo hicieron en el CD, mostrando estos procesos una disociación. Apoyando la existencia de un mecanismo secuenciador para procesos cognitivos exclusivo de la CPF dorsolateral izquierda (Goldberg, 2001; Luria, 1986).

· *Flexibilidad mental:* el paradigma WCST implica la generación de hipótesis de clasificación y la inhibición de respuestas cognitivas previamente reforzadas (flexibilidad mental). El CI presentó muy importantes dificultades de flexibilidad mental (22 perseveraciones), sin embargo en el CD el desempeño fue marginalmente clínico (8 perseveraciones), lo anterior no coincide con la literatura del desarrollo y de adultos, ya que se ha encontrado un número similar de perseveraciones en ambos tipos de daño dorsolateral (Stuss et

al., 2000). Lo anterior se puede explicar por la mayor extensión del daño en el CI; también puede deberse a que el daño en ambas regiones contralaterales no afectó los mismos mecanismos psicofisiológicos de la misma forma y con la misma gravedad.

Por medio de resonancia magnética funcional se ha determinado que diversas zonas de la CPF presentan una participación diferenciada en el cambio de criterio de clasificación (Monchi, Petrides, Petre, Worsley, & Dagher, 2001), pero ¿cuál es la contribución neurocognitiva de la CPF derecha a la flexibilidad mental durante la adolescencia?, es una pregunta que queda por resolver.

· *Fluidez verbal:* la generación de verbos o denominación de acciones, es particularmente sensible a lesiones/disfunciones fronto-estriatales principalmente izquierdas (Daniele, Giustolisi, Silveri, Colosimo, & Gainotti, 1994); activando regiones prefrontales izquierdas tanto en niños como en adultos (Piatt, Fields, Paolo, & Troster, 1999). Los resultados apoyan esta relación, ya que el CI no pudo desarrollar esta prueba adecuadamente porque perdió la posibilidad de actualizar el verbo en su forma infinitiva, sólo en dos ocasiones pudo reproducirlo en el contexto de una oración. A pesar de lo anterior el resultado clínico-marginal del CD, implica el reto de la determinación del aporte neurocognitivo a este proceso por parte de la CPF derecha, a inicios de la adolescencia.

· *Productividad semántica:* este proceso es una medida ejecutiva compuesta de fluidez (Lezak, Howieson, & Loring, 2004), evalúa el número de elementos producidos en dependencia de su tipo, e involucra regiones frontales medio-dorsales. La exclusiva afectación en el CI, sugiere, es

sensible a un circuito izquierdo que participa en la iniciación cognitiva y la fluidez. Comparando los últimos tres resultados (flexibilidad mental, fluidez de verbos y productividad semántica) se observa que el daño frontal derecho afectó - de forma marginal- la fluidez y la flexibilidad (que requieren de mecanismos dorsolaterales) pero no la productividad semántica (que requiere de mecanismos fronto-medio-dorsales).

· *Control inhibitorio y control atencional:* el efecto stroop permite determinar la capacidad para ejercer control inhibitorio. Los resultados indican que el CI presenta un desempeño altamente clínico en tanto que el CD presenta un desempeño normal; en contraste con el control atencional (errores no stroop) el CI presenta un desempeño altamente clínico, en tanto que el CD presenta un desempeño clínico-marginal. Lo anterior confirma que el CI presenta el déficit de denominación-específica común a los pacientes adultos con daño dorsolateral izquierdo (Stuss et al., 2001), que no es específico sólo ante la necesidad de ejercer control inhibitorio (efecto stroop), sino también cuando el paciente necesita ejercer control atencional (leer palabras coloreadas). En contraste con el CD, el cual sólo presenta dificultades de control atencional pero no de control-inhibitorio. Las dificultades de control inhibitorio no se encuentran presentes en ambos casos debido a que no sufrieron lesión fronto-medial.

· *Estrategia de memorización:* el CI presentó dificultades para implementar una estrategia efectiva de memorización, en contraste con el CD cuya implementación se realizó de forma óptima pero no pudo mantenerla durante el proceso de toda la prueba (inestabilidad). Se han encontrado características similares en pacientes

adultos con daño prefrontal izquierdo (Alexander, Stuss, & Fanshjian, 2003).

Es importante destacar que las regiones dañadas en ambos pacientes son principalmente dorsolaterales-inferiores con una discreta extensión orbital-lateral (pero no orbital ventro-medial), por lo que en ambos casos el daño no es focal. La inclusión de casos con lesiones focales y mejor localizadas, permitirá realizar análisis neurocognitivos más precisos. Sin embargo lo anterior no es una decisión muestral, ya que el problema del análisis de casos es el señalado por Passingham (1995): "*la naturaleza no es una buena cirujana*".

Conclusiones

El análisis de casos con daño prefrontal debe realizarse con paradigmas suficientemente representativos de un extenso número y sobre todo diversidad de procesos, además de ser representativo del daño a las distintas regiones de la CPF: orbital, medial y dorsolateral, de ambos hemisferios. De esta forma se pueden realizar estudios con el menor sesgo posible. A pesar de seguir el paradigma anterior, la diferencia entre la magnitud del daño entre los casos no permiten hacer una análisis comparativo equitativo. Sin embargo se encontraron datos que pudieran ser independientes de la condición anterior: la clínica psicológica conductual en el CI no corresponde a la magnitud de su daño, confirmando que aún el daño masivo no afecta de forma sistemática "todos" los procesos neuropsicológicos soportados por esta región, abonando a la ausencia de un factor "frontal" o "ejecutivo general".

Es muy probable que las disociaciones encontradas en estos casos se deban a que la gran mayoría de las pruebas formales

usadas en la evaluación neuropsicológica – incluso las sensibles al daño derecho-requieren del procesamiento cognitivo más que el conductual-emocional; por lo que el reclutamiento de redes neuronales de la CPF izquierda que soportan estrategias cognitivas -mediadas o no verbalmente-sean más necesarias para pruebas “derechas”, que la participación de las redes de la CPF derecha para pruebas “izquierdas”. Lo anterior explicaría porque los casos frontales-derechos como en este caso, presentan una clínica conductual-psicológica mucho más significativa, a pesar de que en las pruebas formales se implican mayores consecuencias “neuropsicológicas” para los pacientes con daño frontal izquierdo.

Referencias

- Alexander, M. P., Stuss, D. T., & Fansabedian, N. (2003). California Verbal Learning Test: Performance by patients with focal frontal and non-frontal lesions. *Brain*, 126(6), 1493-1503.
- Anderson, V. (2001). Assessing executive functions in children: Biological, psychological and developmental considerations. *Pediatric Rehabilitation*, 4(3), 119-136.
- Anderson, V., Jacobs, R., & Harvey, A. S. (2005). Prefrontal lesions and attentional skills in childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11(7), 817-831.
- Baldo, J. V., Shimamura, A. P., Delis, D. C., Kramer, J., & Kaplan, E. (2001). Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7(5), 586-596.
- Blanton, R. E., Levitt, J. G., Thompson, P. M., Narr, K. L., Capetillo-Cunliffe, L., Nobel, A., et al. (2001). Mapping cortical asymmetry and complexity patterns in normal children. *Psychiatry Research*, 1(107), 29-43.
- Casey, B. J., Giedd, J. N., & Thomas, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relationship to cognitive development. *Biological Psychology*, 54(1), 241-257.
- Daniele, A., Giustolisi, L., Silveri, M.C., Colosimo, C., & Gainotti, G. (1994). Evidence for a possible neuroanatomical basis for lexical processing of nouns and verbs. *Neuropsychologia*, 32(11), 1325-1341.
- Flores Lázaro, J. C., Ostrosky-Solís, F., & Lozano, A. (2008). Batería de funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 151-158.
- Goldberg, E. (2001). *The executive brain, frontal lobes and the civilized mind*. New York: Oxford University Press.
- Jacobs, R., Harvey, A. S., & Anderson, V. (2007) Executive function following focal frontal lobe lesions: Impact of timing of lesion on outcome. *Cortex*, 43(6), 792-805.
- Klingberg, T., Vaidya, C. J., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., & Hedehus, M. (1999). Myelination and organization of the frontal white matter in children: A diffusion tensor MRI study. *Neuroreport*, 10(13), 2817-2821

- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Luria, A. R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara.
- Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K., & Dagher, A. (2001). Wisconsin Card Sorting revisited: Distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 21(19), 7733-7741.
- Muscara, F., Catroppa, C., & Anderson, V. (2008). Social problem-solving skills as a mediator between executive function and long-term social outcome following pediatric traumatic brain injury. *Journal of Neuropsychology*, 2(2), 445-461.
- Passingham, R. (1995). *The frontal lobes and voluntary action*. U.S.A: Oxford University.
- Piatt, A., Fields, J., Paolo, A. M., & Troster, A.I. (1999). Action (verb naming) fluency as an executive function measure: Convergent and divergent evidence of validity. *Neuropsychologia*, 37, 1499-1503.
- Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12(4), 190-201.
- Rosso, I. M., Young, A. D., Femia, L. A., & Yurgelun-Todd, D. A. (2004). Cognitive and emotional components of frontal lobe functioning in childhood and adolescence. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 10(21), 355-362.
- Rubia, K., Overmeyer, S., Taylor, E., Brammer, M., Williams, S. C., & Simmons, A. (2001). Functional frontalisation with age: Mapping neurodevelopmental trajectories with fMRI. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 24(1), 13-19.
- Ruff, R. M., Allen, C. C., Farrow, C. E., Niemann, H., & Wylie, T. (1994). Figural fluency impairment in patients with left versus right frontal lobes lesions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9, 41-55.
- Scheibel, R. S., & Levin, H. S. (1997). Frontal lobe dysfunction following closed head injury in children, findings from neuropsychological and brain imaging. En N. A. Krasnegor, G. R. Lyon, & P. Goldman-Rakic (Eds.), *Development of the prefrontal cortex, evolution, neurobiology and behavior* (pp. 85-116). Baltimore: Paul H Brooks Publishing.
- Solovieva, Y., & Quintanar Rojas, L. (2003) *Evaluación de las funciones visuales y espaciales*. BUAP: Facultad de Psicología.
- Solovieva, Y., Quintanar Rojas, L., & León-Carrión, J. (2010). *Evaluación neuropsicológica infantil Puebla – Sevilla*. BUAP: Facultad de Psicología.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Leonard, C. M., Welcome, S. E., Kan, E., & Toga, A. W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience*, 22(38), 8223-8231.
- Stuss, D. T., Floden, M. P., Alexander, B., & Levine, D. (2001). Stroop performance in focal lesion patients: Dissociation of processes and frontal lobe lesion location. *Neuropsychologia*, 39, 771-786.

Stuss, D. T., & Levine, B. (2000). Adult clinical neuropsychology, lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53, 401-403.

Stuss, D. T., Levine, B., Alexander, M. P., Hong, J., Palumbo, C., Hamer, I., et al.

(2000). Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: Effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes. *Neuropsychologia*, 38(4), 388-402.