

• **Resumen:** *La maduración cerebral se correlaciona con muchos de los cambios cognoscitivos y de comportamiento observados durante la infancia y la adolescencia. En este artículo se revisa el concepto de maduración cerebral y su asociación con el desarrollo de la preferencia manual, del lenguaje verbal y de la función ejecutiva en el niño. Se describe el incremento de las arborizaciones dendríticas como el cambio cortical más importante asociado a la adquisición de funciones cognoscitivas complejas. Se asocia la maduración del hemisferio derecho con la conducta emocional y la maduración del hemisferio izquierdo con el lenguaje. La maduración de las áreas prefrontales se correlaciona con el desarrollo de las funciones ejecutivas. Se presentan ejemplos específicos sobre la existencia de asimetría cerebral motriz desde el nacimiento y sobre la lateralización posterior de funciones visuales, auditivas y táctiles. Se analiza la participación cualitativamente diferente de los hemisferios cerebrales en los procesos cognoscitivos durante las distintas etapas del desarrollo del niño. Finalmente, se presentan algunos ejemplos de las secuelas cognoscitivas secundarias a lesiones cerebrales tempranas como un método más para entender la ontogenia de la asimetría cerebral.*

Palabras Clave: *Maduración cerebral, desarrollo cognoscitivo, funciones ejecutivas, lenguaje verbal, asimetría cerebral.*

• **Resumo:** *O amadurecimento cerebral está correlacionado com muitas das mudanças cognoscitivas e comportamentais observadas durante a infância e a adolescência. Neste artigo é revisado o conceito de amadurecimento cerebral e a sua associação com o desenvolvimento da preferência manual, da linguagem verbal e da função executiva na criança. É descrito o incremento das ramificações dendríticas como sendo a mudança cortical mais importante associada à aquisição das funções cognoscitivas complexas. O amadurecimento do hemisfério direito é associado à conduta emocional e o amadurecimento do hemisfério esquerdo com a linguagem. O amadurecimento das áreas pre-frontais se correlacionam com o desenvolvimento das funções executivas. São apresentados exemplos específicos sobre a existência de assimetria cerebral motriz desde o nascimento e sobre a lateralização posterior das funções visuais, auditivas e tácteis. Se analisa a participação qualitativamente diferente dos hemisférios cerebrais nos processos cognoscitivos durante as distintas etapas do desenvolvimento da criança.. Finalmente, são apresentados alguns exemplos das sequelas cognoscitivas secundárias a lesões cerebrais precoces como um método a mais para poder entender a ontogenia da assimetria cerebral.*

Palavras Chave: *Amadurecimento cerebral, desenvolvimento cognoscitivo, funções executivas, linguagem verbal, assimetria cerebral.*

• **Abstract:** *Brain maturation correlates with the child's cognitive and behavioral development. This article reviews the association between brain maturation and the development of hand preference, language skills, and executive functions. The most important cortical change associated with the*

★ Presidenta y Profesora Asociada de Psicología. Division of Psychology. College of Liberal Arts. Florida Atlantic University.

development of complex behaviors is the increase in dendrites. There is an association between right hemisphere maturation and the development of emotional behaviors, and between left hemisphere development and language development. This article gives specific examples of the presence of precursors of motor asymmetry at birth and the later cerebral lateralization of visual, auditory and tactile functions. The participation of both hemispheres during progressive cognitive development is also analyzed. Additional examples are provided about the cognitive sequelae of early brain injuries.

Key Words: *Brain maturation, cognitive development, executive functions, verbal language, brain asymmetr.*

MADURACIÓN CEREBRAL Y DESARROLLO COGNOSCITIVO*

**-Introducción.- Lenguaje y desarrollo cerebral.- Funciones ejecutivas y desarrollo cerebral.
-Asimetría cerebral y desarrollo cerebral.- Presentación Taquistoscópica.- Audición Dicótica.
-Reconocimiento Táctil.-Resumen.- Secuelas cognoscitivas de lesiones focales.-Bibliografía.**

Primera revisión recibida Junio de 2002; versión final aceptada Diciembre de 2002 (Eds.).

Introducción

El sistema nervioso suele dividirse en sistema nervioso central (SNC), que incluye cerebro y médula espinal; y sistema nervioso periférico (SNP), formado por el sistema nervioso autónomo y los nervios craneanos y espinales. Se estima que el SNC del ser humano contiene 10 a la 9 neuronas, sin contar el cerebelo que contendría unas 30 x 10 a la 9; la cantidad aproximada de células gliales podría ser de unas 10 a la 12 (Majovski, 1989). La conducta humana es el resultado del funcionamiento integral de este conjunto de células nerviosas (McClelland & Siegler, 2001).

El desarrollo del sistema nervioso, como un sistema separado, se inicia aproximadamente 18 días después de la fecundación. En el embrión se diferencian el ectodermo y el endodermo y, en medio de los dos, el mesodermo. El SNC se desarrolla a partir de la placa medular del ectodermo, que se convierte en el tubo neural, alrededor del cual se forman posteriormente cerebro y médula espinal. Ya a las cuatro semanas de gestación se observa una proliferación celular en las paredes del tubo neural así como el desarrollo de tres vesículas que van a dar origen al cerebro anterior (prosencefalo), al cerebro medio (mesencefalo) y al cerebro posterior (romboencefalo). A partir de la quinta semana comienza la diferenciación de cada una de estas estructuras cerebrales. Del prosencefalo surgen el telencefalo (hemisferios cerebrales, sistema límbico y los núcleos basales) y el diencefalo (tálamo e hipotálamo); del mesencefalo surgen el tectum y el tegmentum, y a partir del romboencefalo se desarrollan el metencefalo (protuberancia y cerebelo) y el mielencefalo (bulbo raquídeo). Desde la novena semana hasta el nacimiento la mielina comienza a formarse y se desarrollan las fisuras y las circunvoluciones de la corteza cerebral así como las comisuras ínter cerebrales. En un recién nacido el cerebro pesa aproximadamente 300 a 350 gramos y presenta unas áreas corticales primarias tanto motoras como sensoriales bien desarrolladas. Las estructuras del tallo cerebral y del diencefalo tales como el sistema reticular activante y el sistema límbico juegan también un papel muy importante en las conductas básicas de supervivencia del neonato. Después del nacimiento el cerebro crece probablemente como consecuencia del desarrollo de procesos dendríticos y de mielinización de las vías nerviosas. La complejidad de la corteza cerebral se correlaciona con el desarrollo de conductas progresivamente más elaboradas.

* Este artículo es una revisión teórica que hizo la autora para presentar en el Seminario "Neurociencias: Funciones Superiores" del Doctorado en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Manizales, en Mayo de 2002.

El desarrollo cerebral prenatal incluye la proliferación neuronal con posterior migración celular, además del desarrollo axonal, dendrítico y sináptico. Este proceso se inicia tempranamente en el embrión y termina durante la adolescencia con la culminación del proceso de mielinización axonal (Kolb & Fantie, 1997). Durante los tres primeros meses de gestación ocurre la diferenciación celular y la formación de las estructuras del sistema nervioso. La diferenciación y crecimiento de las neuronas ocurre embriológicamente antes de la producción de células gliales y parece jugar un papel importante en la estimulación del crecimiento y proliferación de la glía. Al contrario de las neuronas, las células gliales continúan su proliferación después del nacimiento.

Antes del nacimiento los movimientos corporales del feto se realizan en forma masiva. Después del nacimiento el niño puede flejar las articulaciones de sus brazos y a partir de entonces cambia la velocidad en el desarrollo de su conducta motriz. A los tres meses dirige la mano hacia los objetos y agarra cosas. A los ocho meses desarrolla agarre con pinza y es capaz de agarrar los objetos utilizando independientemente el dedo índice y el pulgar. El desarrollo de las funciones motrices se correlaciona con un mayor grado de maduración cerebral. Uno de los criterios más utilizados para determinar el grado de maduración es el nivel de mielinización cerebral. Kolb y Fantie (1997) describen una clara correlación entre el desarrollo de las conductas motrices y lingüísticas y el grado de mielinización cerebral. La mielinización es un proceso paralelo al desarrollo de las funciones de las neuronas y aparece cuando la proliferación y migración celular han terminado. A los doce meses, por ejemplo, la conducta motriz del niño le permite caminar de la mano, o lanzar y agarrar objetos, todo ello asociado con una buena mielinización del tracto piramidal pero poca mielinización de las áreas de asociación. De otro lado, el comportamiento motor más preciso y fino de un niño de cinco años se relaciona con una mayor mielinización de las áreas de asociación de la corteza cerebral.

El proceso de mielinización cerebral se inicia unos tres meses después de la fertilización. Sin embargo, en el momento del nacimiento sólo unas pocas áreas del cerebro están completamente mielinizadas, como los centros del tallo cerebral que controlan los reflejos, porque de ellos depende la supervivencia. Una vez mielinizados sus axones, las neuronas pueden alcanzar su funcionamiento completo y pueden presentar una conducción rápida y eficiente. Los axones de las neuronas de los hemisferios cerebrales presentan una mielinización particularmente tardía, a pesar de que este proceso de mielinización se inicia en un período postnatal temprano. Las fibras comisurales, de proyección y de asociación son fibras que alcanzan su completa mielinización en una época más tardía.

Las distintas regiones de la corteza cerebral se mielinizan en etapas diferentes. Las áreas primarias sensoriales y motrices inician su proceso de mielinización antes que las áreas de asociación frontales y parietales; estas últimas solamente alcanzan un desarrollo completo hacia los 15 años (Kolb, 1995). Se supone que este proceso de mielinización es paralelo al desarrollo cognoscitivo en el niño.

El peso cerebral es un índice cuantitativo utilizado algunas veces para medir desarrollo del sistema nervioso central. Al año el cerebro ha duplicado su peso, y a los dos años lo ha triplicado. Con cerca de un kilogramo, es poco el peso adicional que adquiere durante el resto de la infancia y la adolescencia. El peso promedio del cerebro de un adulto varía entre 1300 y 1500 gramos y se correlaciona con la talla del individuo.

Cualquier alteración en la diferenciación neuronal puede dar como resultado anomalías en el desarrollo cortical y ocasionar retardo en el desarrollo cognoscitivo. Del mismo modo, lesiones cerebrales tempranas pueden alterar el adecuado desarrollo cerebral. Mientras más tempranos los

accidentes cerebrales durante el período prenatal, más grave la lesión, más difícil el tratamiento y peor el pronóstico. Sin embargo, si el accidente cerebral ocurre después del nacimiento, cuando las estructuras cerebrales ya están formadas, las posibilidades de recuperación son mayores mientras más temprano sea el accidente cerebral (véase una revisión del tema en Hynd, Morgan, & Vaughn, 1997).

En las páginas siguientes se describirán algunos ejemplos específicos que ilustran la asociación entre la maduración cerebral y el desarrollo de las funciones cognitivas. Se presentará primero el desarrollo del lenguaje seguido por el desarrollo de las funciones ejecutivas para finalizar con el desarrollo de la asimetría cerebral. Finalmente se presentan algunos ejemplos de las secuelas cognitivas secundarias a lesiones cerebrales tempranas.

Lenguaje y desarrollo cerebral

La producción del lenguaje verbal se inicia de manera gradual, especialmente entre los dos y tres años de vida, a pesar de que desde el año ya se producen algunas palabras y existe algún nivel de comprensión verbal. Sin embargo, se estima que entre los dos y los tres años se adquiere cerca del 50% del lenguaje que se poseerá durante la adultez. Generalmente se observa un desarrollo paralelo entre el lenguaje y el comportamiento motor. Sin embargo, para Lenneberg (1967) el desarrollo del lenguaje es independiente del desarrollo motor. El desarrollo motor de la lengua y los labios se alcanza mucho antes que el control motor de los dedos y de la mano; sin embargo, el proceso de adquisición del vocabulario es un proceso lento y difícil. A pesar de que la estimulación ambiental es decisiva para el desarrollo adecuado del lenguaje, la adquisición del lenguaje depende de un proceso de maduración cerebral. El control de los movimientos finos y el desarrollo de habilidades simbólicas son indispensables para un adecuado desarrollo del lenguaje.

La etapa preverbal del niño se extiende desde el nacimiento hasta el inicio del lenguaje. Durante los primeros tres meses el niño solamente produce llanto como forma de expresar desagrado. Antes del llanto hay muchas otras señales que no suelen ser atendidas. El llanto sólo es una señal tardía. De los tres a los doce meses se presenta la etapa de balbuceo caracterizada por la aparición de sonidos que el niño repite y practica. Se ha considerado que las estructuras subcorticales participan en esta etapa de balbuceo (Lecours, 1975) mientras que la maduración de las vías auditivas corticales se ha relacionado con la repetición de sonidos que aparece entre los cuatro y los siete meses (Spreeen y colaboradores, 1995). Después del año de vida el niño comienza a producir sonidos de manera secuencial. En este período se inicia la verdadera etapa verbal. El comienzo de los aprendizajes articulatorios se asocia con la maduración de las áreas corticales anteriores. Entre los 12 y los 24 meses se producen las primeras palabras, que generalmente se refieren a nombres de objetos. La estructura de frase se comienza a observar entre los 18 y los 36 meses. A partir de este momento el lenguaje del niño se desarrolla rápidamente y en poco tiempo se convierte en la herramienta de comunicación más eficiente. Es importante anotar que la representación emocional de los sonidos que aparecen tempranamente en el niño se asocia con la maduración del hemisferio derecho, que parece tener una maduración más temprana que el hemisferio izquierdo. (Joseph, 1985)

El cambio cortical más prominente entre el segundo año de vida, época de iniciación del lenguaje, y los 12 años, edad a la que se logra la adquisición completa del repertorio lingüístico (fonología, léxico, gramática), es el número creciente de interconexiones neuronales. Durante este período se reduce el número de sinapsis y se incrementa la complejidad de las arborizaciones dendríticas (Kolb &

Fantie, 1997). El desarrollo cortical (engrosamiento y formación de conexiones) no parece seguir un ritmo uniforme sino que se presenta por “ráfagas”. Estos períodos de enriquecimiento sináptico se han observado entre los 3 y 4, 6 y 8, 10 y 12, y los 14 y 16 años (Epstein, 1986). El desarrollo cognoscitivo tampoco sigue una línea uniforme sino que se presenta en forma de “*insights*” (Rosselli, cols., 1997) que bien podrían corresponder a los períodos de enriquecimiento sináptico propuestos por Epstein.

La Tabla 1 muestra la evolución del vocabulario en niños entre los 5 y los 12 años, tomando como criterio los puntajes obtenidos en la Prueba de Denominación de Boston, y la Tabla 2 señala los cambios en la comprensión del lenguaje, utilizando para ello la Prueba de las Fichas. La habilidad para hallar palabras y utilizar semántica también se incrementa notoriamente antes de la adolescencia (Rosselli, et al., 2001) como se ilustra en la Tabla 3.

Tabla 1. Normas evolutivas en la Prueba de Denominación de Boston obtenidas en un grupo de 233 niños, según la edad, el sexo y el nivel socioeconómico. Las desviaciones estándar se señalan entre paréntesis (Ardila & Rosselli, 1994).

Nivel	Edad			
	5-6	7-8	9-10	11-12
Socioeconómico				
Alto niños	35.6 (7.0)	41.7 (3.9)	46.5 (5.5)	50.5 (3.3)
niñas	33.4 (6.8)	37.8 (5.6)	44.6 (5.7)	48.5 (3.5)
Bajo niños	31.0 (4.0)	37.7 (6.1)	45.2 (5.1)	48.6 (3.3)
niñas	29.8 (5.0)	33.2 (5.2)	40.5 (5.6)	47.5 (4.8)

Tabla 2. Normas evolutivas en la Prueba de las Fichas (versión reducida), según la edad, el sexo y el nivel socioeconómico. Las desviaciones estándar se presentan entre paréntesis (Ardila & Rosselli, 1994).

Nivel Socioeconómico	Edad			
	5-6	7-8	9-10	11-12
Alto niños	32.9 (4.7)	33.5 (1.6)	34.7 (1.4)	34.8 (1.2)
niñas	34.0 (2.3)	34.4 (1.5)	35.2 (1.0)	35.0 (1.3)
Bajo niños	31.2 (7.8)	33.0 (2.2)	35.1 (1.9)	35.2 (0.7)
niñas	30.1 (1.8)	33.0 (2.0)	34.9 (1.3)	35.2 (0.6)

Tabla 3. Normas evolutivas en la Prueba de Fluidez Verbal (dos categorías semánticas y cuatro fonológicas) según la edad, y el nivel socioeconómico. Las desviaciones estándar se señalan entre paréntesis (Ardila & Rosselli, 1994).

Edad						
		5-6	7-8	9-10	11-12	
Nivel Socioeconómico						
Alto	Semántica	17.2 (5.5)	21.5 (5.0)	27.9 (4.8)	30.8 (6.9)	
	Fonológica	14.0 (7.5)	22.6 (6.6)	30.3 (10.1)	32.7 (10.2)	
Bajo	Semántica		16.5 (4.0)	20.1 (3.6)	23.1 (4.7)	29.7 (6.3)
	Fonológica		11.2 (5.5)	19.3 (7.2)	24.9 (7.9)	25.5 (5.3)

El desarrollo del lenguaje no constituye un proceso aislado sino que se encuentra estrechamente ligado al progreso físico, psicológico y social del niño. Las interrupciones o distorsiones en este proceso puede tener repercusiones importantes en su maduración intelectual y psicológica. La ausencia de lenguaje antes de los 3 años representa una alteración seria del desarrollo neurológico y debe ser motivo de preocupación. Sin embargo, a los tres años aún son normales ciertos defectos de fluidez y de articulación. El niño completa su repertorio fonológico hacia los cuatro años de edad, cuando se alcanza la producción de los sonidos más complejos en su lengua (Ardila & Rosselli, 1992).

Funciones ejecutivas y desarrollo cerebral

Las funciones ejecutivas se refieren a un conjunto de funciones cognoscitivas que ayudan a mantener un plan coherente y consistente de la conducta para el logro de metas específicas. Dentro de estas funciones se incluyen la habilidad para planear y organizar información, la flexibilidad de pensamiento, y la capacidad para controlar impulsos. Por esta razón el autocontrol del comportamiento constituye una de las principales funciones ejecutivas. Las áreas prefrontales ejercen un papel importante en el control e integración de estas funciones ejecutivas (Rosselli & cols., 1997).

Las funciones ejecutivas comienzan su desarrollo en la infancia cuando el niño adquiere la capacidad para controlar la conducta usando información previa. Progresivamente el niño desarrolla

mayor capacidad para resolver problemas complejos y para utilizar estrategias meta cognitivas. Este desarrollo progresivo de las funciones cognitivas se ha asociado con un progresivo desarrollo del proceso de mielinización de las regiones prefrontales del cerebro.

Asimetría cerebral y desarrollo cerebral

La asimetría cerebral se refiere a las diferencias en la especialización de las funciones de los dos hemisferios cerebrales. Esta asimetría es un indicador de maduración cerebral. Algunos autores han propuesto que cuando el niño nace existe equipotencialidad funcional en los dos hemisferios cerebrales, y que la asimetría se desarrolla de manera progresiva. Es decir, en el niño los dos hemisferios cerebrales tendrían la potencialidad para desarrollar el lenguaje, pero a medida que avanza su desarrollo la representación lingüística se lateraliza en el hemisferio izquierdo (Hiscock, 1988). De acuerdo con Lenneberg (1967) la asimetría hemisférica comienza a desarrollarse en forma paralela con la adquisición del lenguaje.

Recientemente se ha demostrado cierta asimetría cerebral en registros eléctricos de niños de sólo unas pocas semanas de nacidos. En estos niños la amplitud de los potenciales evocados auditivos ante estímulos verbales registrados en el hemisferio izquierdo es mayor que la amplitud registrada en el hemisferio derecho; lo contrario se observa con los potenciales evocados auditivos desencadenados por notas musicales. La magnitud de estas diferencias disminuye con la edad (Molfese & Betz, 1988).

Se han observado ciertos precursores motores de la lateralización hemisférica en etapas muy tempranas de la vida. Se observa, por ejemplo, que los bebés recién nacidos hijos de padres diestros, giran con mayor frecuencia la cabeza hacia la derecha que hacia la izquierda (Kinsbourne, 1989, 1997). Desde los 18 meses se puede observar una tendencia a la preferencia manual en niños que van a ser diestros; este comportamiento precursor de la preferencia manual no se observa tan evidentemente en niños que van a ser zurdos. La consistencia en la preferencia manual solamente se logra, sin embargo, hacia los cuatro años y persiste durante toda la infancia a menos que existan presiones culturales que obliguen al niño a utilizar la mano no preferida.

Los mismos métodos utilizados en la determinación de la asimetría cerebral en adultos han sido empleados en niños. Las técnicas de presentación taquistoscópica, audición dicótica, y reconocimiento táctil han servido para determinar la presencia de la asimetría cerebral en niños y se describirán a continuación.

Presentación Taquistoscópica

El método de presentación taquistoscópica ha permitido determinar las diferencias hemisféricas en el análisis de estímulos visuales verbales y no verbales. Así, utilizando caras como estímulos visuales, se ha observado que su reconocimiento es ya superior por el campo visual izquierdo en niños a la edad de siete años (Marcel & Rajan, 1975). La lateralización del procesamiento visual de rostros en el hemisferio derecho parece establecerse desde los cinco años (Young & Ellis, 1976). La magnitud de esta asimetría, sin embargo, no parece modificarse significativamente en edades superiores, pero se encuentra ausente cuando el niño antes de los cinco años tiene que parear rostros de acuerdo con su expresión emocional (Saxby & Bryden, 1985).

La asimetría en el reconocimiento de puntos ha sido observada en niños entre los 5 y los 11 años; se registra un número menor de errores cuando los estímulos se presentan en el campo visual izquierdo

(Hiscock, 1988), lo que sugiere una superioridad del hemisferio derecho sobre el izquierdo en el análisis de este tipo de tareas. Cuando la tarea consiste en denominar dibujos lineales la superioridad se observa en el campo visual izquierdo (hemisferio derecho) (Young & Bion, 1981). Varios estudios que utilizan el método de presentación taquistoscópica han fallado en encontrar asimetrías en niños preescolares de cuatro años (Hiscock, 1988).

Es obviamente imposible utilizar técnicas taquistoscópicas con estímulos verbales en niños que aún no han adquirido lectura. Los niños con edades entre los seis y nueve años muestran, como los adultos, una ventaja en el campo visual derecho cuando se les presentan estímulos verbales. Esta asimetría no parece hacerse más marcada con la edad (Hiscock, 1988).

Audición Dicótica

La utilización de la técnica de audición dicótica, implementada por Kimura en el estudio de la asimetría cerebral, ha permitido demostrar una superioridad del oído derecho para discriminar estímulos auditivos verbales, desde los dos años y medio (Kraft, 1984). La mayoría de los estudios han encontrado un grado equivalente de asimetría auditiva entre niños de diversas edades (Bryden & Allard, 1981). Algunos estudios, sin embargo, sugieren que la ventaja del oído derecho tiende a hacerse más frecuente o más pronunciada con la edad (Larsen, 1984). Sin embargo, la gran mayoría de los estudios sobre audición dicótica en niños son transversales y no longitudinales. Los estudios longitudinales hasta ahora realizados no permiten afirmar la presencia de un cambio correlativo a la edad en la asimetría auditiva observada en la audición dicótica.

Saxby y Bryden (1984) encontraron que la asimetría en la audición dicótica varía en dependencia con la calidad del estímulo. Las tareas de contenido emocional (reconocimiento de tonos emocionales en la voz) producen una ventaja del oído izquierdo, mientras que las tareas verbales lexicales (contenido semántico de la frase) generan una ventaja del oído derecho. Esta asimetría se ha observado de manera constante en niños entre los 5 y los 14 años.

Reconocimiento Táctil

En contraste con las técnicas utilizadas en la modalidad visual y auditiva, los métodos empleados en la modalidad táctil analizan principalmente información no verbal. En adultos la mano izquierda parece ser más precisa en ciertas formas de reconocimiento táctil que la mano derecha. Este patrón parece desarrollarse diferencialmente en niños y niñas (Hiscock, 1988).

Los resultados obtenidos en el estudio del reconocimiento de letras Braille son contradictorios. Algunos autores han mostrado una superioridad de la mano derecha en los niños más pequeños y de la mano izquierda en los niños mayores. La superioridad de la mano izquierda no parece observarse, sin embargo, sino en niños mayores de 11 años (Hiscock, 1988).

Rose (1984) mostró la superioridad en el reconocimiento táctil de la mano izquierda en niños de 2 a 5 años, sin observar diferencias entre niños y niñas. Utilizando técnicas de reconocimiento diháptico (reconocer dos objetos colocados simultáneamente en ambas manos) Witelson (1976) encontró una superioridad de la mano izquierda para el reconocimiento de formas en niños de 6 a 13 años. Las niñas mostraron una aparición más tardía de esta asimetría. Gibson y Bryden (1983) encontraron una asimetría más evidente en niños que en niñas. Las diferencias sexuales en el reconocimiento táctil no han sido, sin embargo, suficientemente consistentes en los diferentes estudios.

Resumen

Los estudios sobre audición dicótica en niños sugieren la presencia de una ventaja del oído derecho para información verbal a partir de los dos años. La existencia de asimetría visual se ha podido determinar en etapas más tardías. Desde los cinco años el niño muestra una superioridad en el reconocimiento de rostros en el campo visual izquierdo y desde los siete se comienza a observar una ventaja del campo visual derecho para el reconocimiento de palabras. En la modalidad táctil se encuentra una asimetría que favorece el lado izquierdo del cuerpo. Contrario a lo que se pensó inicialmente, estas asimetrías no se incrementan con la edad y tienden a permanecer constantes con el paso del tiempo. Sin embargo, la participación de los dos hemisferios en procesos cognoscitivos puede ser cualitativamente diferente en distintas etapas del desarrollo.

Secuelas cognoscitivas de lesiones focales

Otro método utilizado para estudiar la ontogenia de la asimetría cerebral ha sido el análisis de las alteraciones en las funciones cognoscitivas en niños con lesiones cerebrales unilaterales. Se han utilizado tres poblaciones de niños: (1) niños con lesiones focales adquiridas antes y después de haber desarrollado lenguaje; (2) niños con hemiplejía; y (3) niños a los cuales se les ha practicado una hemisferectomía.

En los niños, al igual que en los adultos, es más frecuente encontrar afasia como consecuencia de lesiones del hemisferio izquierdo. Se estima que aproximadamente 70% de los niños con lesiones hemisféricas izquierdas y 7% a 20% de aquellos con lesiones hemisféricas derechas presentan afasia (Woods & Teuber 1978). Los niños con lesiones unilaterales izquierdas presentan, sin embargo, una recuperación inferior (Kinsbourne, 1989). La afasia infantil presenta generalmente las características de una afasia motriz o global y con frecuencia se asocia con mutismo inicial (Woods, 1985). Las alteraciones en la lectura, la memoria auditiva y el deletreo se observan con una frecuencia más elevada en niños con lesiones unilaterales izquierdas (Aram & Whitaker, 1988; Molfese & Molfese 2002).

Aram y colaboradores (1985) encontraron reducciones equivalentes en el coeficiente intelectual de niños con lesiones derechas e izquierdas. La producción y la comprensión lexical se vio más reducida en los niños con lesiones derechas, mientras que la producción sintáctica estuvo más comprometida en el grupo con lesión en el hemisferio izquierdo. La reducción en la fluidez verbal fue evidente en ambos grupos.

La ausencia de hemiatención (negligencia hemiespacial) en niños con lesiones cerebrales es una constante; solamente algunos autores han descrito formas muy transitorias de hemiatención (Aram & Whitaker, 1988). La ausencia de hemiatención en niños se ha interpretado como una falta en el desarrollo de la dominancia del hemisferio derecho para procesos de atención. Sin embargo, la lateralización espacial ha sido demostrada en niños de dos a tres años. Stiles-Davis y colaboradores (1985) encontraron que los niños con lesiones del hemisferio derecho presentaban una mayor dificultad en tareas visoconstruccionales que los niños con lesiones izquierdas.

La rápida recuperación que presentan los niños con afasia muestra la capacidad de los hemisferios cerebrales para compensar el déficit lingüístico. Si el trastorno afásico ocurre a temprana edad la recuperación obtenida es mejor. Los niños que presentan la mayor recuperación son aquellos que inicialmente demostraban un cuadro de mutismo. De hecho, el mutismo se encuentra frecuentemente en

casos de lesiones cerebrales en niños. La presencia de componentes de afasia sensorial (defectos de comprensión y jerga) se correlacionan con un período de recuperación más prolongado. El factor edad no actúa de manera aislada sobre el pronóstico de la afasia, sino que interactúa con otras variables, como la etiología y el tamaño de la lesión (Woods, 1985). Durante algún tiempo se supuso que las afasias infantiles podían presentar una recuperación total. Sin embargo, este supuesto ha sido seriamente cuestionado recientemente (Aram & Whitaker, 1988). La ausencia de estudios de seguimiento hasta la edad adulta no permite en el momento determinar con suficiente exactitud cómo evolucionan los déficit cognoscitivos debidos a lesiones en la infancia.

En resumen, las lesiones unilaterales producen alteraciones neuropsicológicas diferentes, dependiendo de si la lesión compromete el hemisferio derecho o el izquierdo. Con una mayor frecuencia las lesiones del hemisferio izquierdo producen en niños, al igual que en adultos, afasia y alteraciones en la comprensión y producción sintáctica del lenguaje, al igual que una reducción en la memoria verbal. Las lesiones del hemisferio derecho pueden alterar algunos parámetros del lenguaje, como la comprensión lexical y la fluidez verbal. El déficit espacial es más frecuentemente observado en niños con lesiones del hemisferio derecho. La hipótesis de la equipotencialidad completa de los dos hemisferios cerebrales, y el supuesto de que existe una representación bilateral del lenguaje durante la infancia no están apoyados completamente por la literatura reciente (Woods, 1985; Kinsbourne, 1997).

Bibliografía

- Aram, D., Ekelman, B. L., Rise, D. F. & Whitaker, H. A. (1985). Verbal and cognitive sequelae following unilateral lesions acquired in early childhood. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 7, 55-78.
- Aram, D. M. & Whitaker, H. A. (1988). Cognitive sequelae of unilateral lesions acquired in early childhood. En: Molfese, D. L. & Segalowitz, S. J. (Eds.), *Brain Lateralization in Children: Developmental Implications*. New York: Guilford.
- Ardila, A. & Rosselli, M. (1992). *Neuropsicología Clínica*. Medellín: Prensa Creativa.
- Ardila, A. & Rosselli, M. (1994). Development of language, memory and visuospatial abilities in 5- to 12-year-old children using a neuropsychological battery. *Developmental Neuropsychology*, 10, 97-120.
- Bryden, M. P. & Alard, F. A. (1981). Do auditory perceptual asymmetries develop? *Cortex*, 17, 313-318.
- Epstein, H. T. (1986). Stages of Human Brain Development. *Developmental Brain Research*, 30, 114-117.
- Gibson, C. & Bryden, M. P. (1983). Dihaptic recognition of shapes and letters in children. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 132-143.
- Hynd, G., Morgan, A. E. & Vaughn, M. (1997). Neurodevelopmental Abnormalities and Malformations. En: Reynolds, C. R. & Fletcher-Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum.
- Hiscock, M. (1988). Behavioral asymmetries in normal children. En: Molfese, D. L. & Segalowitz, S. J. (Eds.), *Brain Lateralization in Children: Developmental Implications*. New York: Guilford.
- Joseph, R. (1985). *Neuropsychology, Neuropsychiatry, and Behavioral Neurology*. New York: Plenum Press.

- Kinsbourne, M. (1989). Mechanisms and development of hemisphere specialization in children. En: Reynolds, C. R. & Fletcher- Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Kinsbourne, M. (1997). Mechanisms and development of cerebral lateralization in children. En: Reynolds, C. R. & Fletcher-Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Kolb, B. (1995). *Brain Plasticity and Behavior*. Hillsdale: NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kolb, B. & Fantie, B. (1997). Development of the child brain and behavior. En: Reynolds, C. R. & Fletcher-Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Kraft, R. H. (1984). Lateral specialization and verbal-spatial ability in pre-school children: Age, sex and familial handedness differences. *Neuropsychologia*, 22, 319-335.
- Larsen, S. (1984). Developmental changes in the pattern of ear asymmetry as revealed by a dichotic listening task. *Cortex*, 20, 5-17.
- Lecours, A. R. (1975). Methods for the description of aphasic transformation of language. En: Lenneberg, E. H. & Lenneberg, E. *Foundations of language development*. New York: Academic Press.
- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- Majovski, L. D. (1989). Higher cortical functions in children: A developmental perspective. En: Reynolds, C. R. & Fletcher-Janzen, E. (Eds.), *Handbook of Clinical Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Marcel, T. & Rajan, P. (1975). Lateral specialization for recognition of words and faces in good and poor readers. *Neuropsychologia*, 13, 489-497.
- McClelland, J. L. & Siegler, R. S. (2001). *Mechanisms of Cognitive Development*. Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Molfese, D. & Betz, J. C. (1988). Electro physiological indexes of the development of lateralization of language and cognition and their implications for predicting later development. En: Molfese, D. L. & Segalowitz, S. (Eds.), *Brain Lateralization in Children: Developmental Implications*. New York: The Guilford Press.
- Molfese, D. L. & Molfese, V. J. (2002). *Developmental variations in learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Moscovitch, M. (1977). The development of lateralization of language function and its relations to cognitive and linguistic development: A review and some theoretical speculations. En: Segalowitz, S. J. & Gruber, F. A. (Eds.), *Language Development and Neurological Theory*. New York: Academic Press.
- Rose, S. A. (1984). Developmental changes in hemispheric specialization of tactual processing in very young children: Evidence for cross-modal transference. *Developmental Psychology*, 20, 568-574.
- Rosselli, M., Ardila, A., Bateman, J. R. & Guzmán, M. (2001). Neuropsychological test scores, academic performance and developmental disorders in Spanish speaking children. *Developmental Neuropsychology*, 20, 355-374.
- Rosselli, M., Ardila, A., Lopera, F. & Pineda, D. (1997). *Neuropsicología Infantil*. Medellín: Prensa Creativa.
- Saxby, L. & Bryden, M. P. (1985). Left-visual field advantage in children for processing visual emotional stimuli. *Developmental Psychology*, 21, 253-261.

Saxby, L. & Bryden, M. P. (1984). Left ear superiority in children for processing auditory emotional material. *Developmental Psychology*, 20, 72-81.

Spreeen, O., Risser, A. H. & Edgell, D. (1995). *Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press.

Stiles-Davis, J., Sugarman, S. & Naas, R. (1985). The developmental of spatial and class relations in four young children with right cerebral hemisphere damage: Evidence for an early spatial-constructive deficit. *Brain and Cognition*, 4, 388-412.

Young, A. W. & Bion, P. J. (1981). Identification and storage of line drawings presented to the left and right cerebral hemispheres of adults and children. *Cortex*, 17, 459-464.

Young, A. W. & Ellis, H. D. (1976). An experimental investigation of developmental differences in ability to recognise faces presented to the left and right cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, 14,4, 495-498. PMID: 995242 [PubMed – indexedfor MEDLINE].

Witelson, S. F. (1976). Sex and the single hemisphere: Right hemisphere specialization for spatial processing. *Science*, 193, 425-427.

Woods, B. T. (1985). Acquired aphasia in children. En: Frederiks, J. A. M. (Ed.). *Handbook of Neurology* (Vol. 46). Neurobehavioral Disorders. Amsterdam: Elsevier.

Woods, B. T. & Teuber, H. L. (1978). Changing pattern of childhood aphasia. *Annals of Neurology*, 3, 273-280.