Lateralización funcional cerebral: Neurobiología y clínica en la infancia

Juan Narbona García*

RESUMEN

Con una base neuroanatómica diferenciada desde la edad fetal, la asimetría funcional de los hemisferios cerebrales se pone en evidencia progresivamente desde los primeros meses de vida, obedeciendo a leyes de economía biológica que permiten la alta complejidad de las funciones neuropsicológicas, aunque al mismo tiempo les confieran una mayor vulnerabilidad. Se pasa revista detallada a los métodos clínicos e instrumentales para el diagnóstico de la lateralización de las distintas funciones y se analizan las anomalías de dicha asimetría funcional en diversas situaciones patológicas infantiles: epilepsia, defectos del lenguaje, dislexia, déficit de atención, cromosomopatías con deficiencia mental, autismo. Se resalta el papel del hemisferio derecho en las funciones de interacción.

Asimetría funcional cerebral

Siendo groseramente simétricas la morfología cerebral y la representación cortical de los actos sensitivos y motores elementales, el asiento de las funciones cerebrales superiores se establece, en cambio, con patrones asimétricos. Ello obedece a razones de economía biológica que aún conocemos muy incompletamente. Este artículo pretende sintetizar los conocimientos neurobiológicos que, desde condiciones normales o patológicas, nos permiten una cierta comprensión del problema.

Desde las clásicas descripciones de Flechsig [1] y de Dejérine [2] sabemos que las áreas primarias sensoriales y motrices correspondientes a cada hemicuerpo no están ligadas entre sí, sino que establecen tan sólo conexiones con el área respectiva de integración específica adyacente. En cambio, las distintas áreas de integración específica (unimodal) se relacionan entre sí mediante largos axones de conexión intrahemisférica e interhemisférica. Además, en los confines de las distintas zonas integrativas específicas, existen áreas de integración inespecífica (multimodal) que también establecen mutuas conexiones intrahemisféricas e interhemisféricas.

La lateralización funcional hemisférica se establece durante los primeros años, variablemente de un individuo a otro, abarcando todo un *continuum* de posibilidades [3].

El sistema límbico, los núcleos anteriores e intralaminares del tálamo, el sistema comisural del trígono y las estructuras troncoencefálicas del SRAA constituyen el *"primer bloque funcional cerebral"*, según la sistematización propuesta por Luria [4]; tiene encomendadas bilateralmente la alerta, la atención selectiva, la fijación mnésica y la matización afectiva; su organización anatomofuncional es, esencialmente, simétrica, y clásicamente se admite que es necesaria una lesión bilateral para que surjan los grandes cuadros clínicos de este sistema funcional (síndromes de Korsakoff y de Klüver-Bucy, amnesia hipocámpica); no obstante, las investigaciones de los últimos años en epilepsia del lóbulo temporal (vid. infra) muestran sutiles diferencias funcionales entre ambas mitades del sistema, estando las estructuras límbicas del lado izquierdo principalmente implicadas en el filtraje, selección y fijación mnésica de los datos verbales mientras que las del lado derecho participan principalmente en la selección y memorización del material visuoespacial. El gradiente de lateralización funcional a este nivel es aún pequeño y con muy fáciles posibilidades de suplencia.

En cambio, el grado de asimetría funcional (y anatómica, según veremos) es muy importante en el *"segundo y tercer bloques funcionales"*, que ocupan las caras superior y externa (fundamentalmente regiones, perisilvianas) del cortex de ambos hemisferios cerebrales.

Generalmente, el *hemisferio izquierdo* es dominante en las tareas semióticas verbales y extraverbales; tiene encomendados los aspectos formales del lenguaje y las modalidades cognitivas: deductiva, analítica y témporo-secuencial. Por su parte, el *hemisferio derecho* manifiesta superioridad jerárquica en las tareas de atención y de orientación en el espacio, así como en el conocimiento sintético e inductivo, en la prosodia y en el uso contextual del lenguaje [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Ha llamado la atención desde antiguo que la habilidad motora no es igual en ambas manos y que, en la inmensa mayoría de los humanos, el uso de la mano derecha es preferencial. Los trabajos de Subirana [12] han mostrado que el 25 % de los adultos son diestros exclusivos y el 40 % son diestros preferenciales, el 25 % se muestran ambidextros y el 10 % son zurdos preferenciales, quedando la zurdera exclusiva como una característica verdaderamente excepcional.

Distintas investigaciones de campo, longitudinales y transversa-

* Unidad de Neurología Infantil. Dptos. de Pediatría y Neurología. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Pamplona.

les,[13, 13, 14, 16, 17] han objetivado que, tras un primer período de indefinición, es a partir de la edad de 18 meses cuando comienza a manifestarse la preferencia manual; durante el 4.º año de vida queda bien definida en más del 50 % de los sujetos, y en los restantes no se estabiliza hasta los 6-8 años. Además, Milner y cols.[18] han encontrado que, del 90 % de individuos adultos no zurdos, el 99 % asientan sus funciones lingüísticas sobre el hemisferio izquierdo; por otra parte, de entre el 10 % restante de zurdos preferenciales, dos tercios poseen también una dominancia para el lenguaje sobre el hemisferio izquierdo; es decir, aproximadamente el 96 % de los humanos, diestros o zurdos, integran las funciones verbales sobre el hemisferio izquierdo.

Métodos de diagnóstico

Preferencia manual

Es un dato que, por anamnesis y observación, debe anotarse de *rutina* en toda historia clínica. No menos importante, sobre todo en neuropediatría, es señalar la preferencia manual de los progenitores del paciente, dato que resulta muy relevante para inferir la preferencia manual probable del niño cuando aún no esté claramente establecida o haya quedado artefactada por insultos hemisféricos previos.

Existen algunos instrumentos para medir objetivamente la preferencia manual; son especialmente útiles cuando se establece un protocolo de investigación.

En bebés debe consignarse la mano usada durante 10 tareas comprendidas en las *Escalas de Bayley*[19]: Prensión del caramelo, prensión del cubo, alcance de otros objetos, volteo de la taza, introducción de cubos en la taza, garabateo, construcción de torres con cubos, ajuste de piezas en el tablero, designación de dibujos, volteo de páginas de un libro. Con estos diez datos se puede calcular un "cociente de lateralidad manual" aplicando la misma fórmula que en la escala abreviada de Edimburgo (v. infra).

La *Escala McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad*[20], que se emplea específicamente en niños preescolares y de ciclo inicial de EGB, permite también una medida objetiva de la preferencia manual a partir de cuatro item de los subtests n.º 10, 12 y 13: botar la pelota, atrapar un objeto lanzado al aire, tiro al blanco y dibujo. El niño se calificará con "dominancia establecida" (diestra o zurda) o con "dominancia no establecida" (preferentemente diestra o zurda) según ejecute con la misma mano todas las subpruebas o alterne las manos al menos en alguna de aquéllas. En el baremo original, que abarca un rango de edad desde 2 años y 6 meses hasta 8 años y 6 meses, se observa que la preferencia manual diestra queda establecida en el 58 % de sujetos a los 2 años y medio, en el 70 % a los 5 años y en 85 % a los 8 años y medio; se observa zurdera preferencial en alrededor del 14 % de los sujetos a lo largo de todo el rango etario.

El Inventario de Lateralidad de Edimburgo, propuesto por Oldfield[21] goza de gran prestigio y es ampliamente utilizado en investigación con niños mayores y con adultos. Partiendo de una forma original con 20 cuestiones, el autor ha construido una prueba más breve, con 10 cuestiones, cuyas consistencia interna y validez de contenido han sido bien probadas; las diez preguntas, que hacen referencia a actividades cotidianas, comunes a muy diversos medios socioculturales, son las siguientes: escribir, dibujar, lanzar un objeto, uso de tijeras, uso de cepillo de dientes, uso de cuchillo, uso de cuchara, barrer con una escoba (mano superior), encender una cerilla, alzar la tapadera de una caja-estuche. El cuestinonario puede ser rellenado por el propio sujeto o por el examinador; se anota qué mano (s) es (son) usada (s) corrientemente para cada una de las actividades. Para obtener el *cociente de lateralidad* (CL) se emplea la fórmula:

$$CL = 100\,[(D - I) : (D + I)]$$

en la que CL es cociente de lateralidad, D es el n.º de actividades que el sujeto realiza con la mano derecha e I es el n.º de actividades que realiza con la izquierda (téngase en cuenta que le pueden crucear D e I para una misma actividad si se emplea indistintamente una u otra mano); el CL posee un rango de + 100 (dextritud absoluta) a — 100 (zurdera absoluta), y puede llevarse a una escala de deciles.

Zazo y Galifret-Granjon[22] han propuesto una interesante prueba que consiste en *"dar las cartas"* (baraja de 32 naipes) primero con una y luego con la otra mano; se mide el tiempo empleado con cada mano y se calcula un índice de Predominio Manual (I.P.M.) con la fórmula:

$$I.P.M. = \frac{(\text{Tiempo mano I} - \text{Tiempo mano D})}{\text{Tiempo mano más rápida}}$$

Los índices positivos marcan el dextrismo y los negativos, la zurdera. Los datos normativos de los que se dispone, referidos a sujetos de 6 a 14 años, son de escasa representatividad y fiabilidad, por proceder de una muestra pequeña; dada su potencial sensibilidad y su sencillez de ejecución, esta prueba merecería un baremo más correcto, ampliado a las edades preescolares.

En la bibliografía psicopedagógica clásica se concedía una, a nuestro juicio, desmesurada importancia a las preferencias podálica y ocular así como al pretendido papel patogénico de las incongruencias entre las preferencias manual, podálica y ocular ("lateralidad cruzada mano ojo, o mano ojo - pie") en la explicación de ciertos problemas de aprendizaje. Podemos comprobar que la producción científica de los últimos quince años apenas hace mención a este pretendido problema, y ello por varias razones:

La preferencia podálica tiene un papel muy secundario en la organización neuropsicológica del sujeto; de una parte, porque la función más específica de las extremidades inferiores, la deambulación, es un gesto que se construye contando con la alternancia espacio-temporal de las dos extremidades (a diferencia de lo que sucede con las manos, en donde existe un amplio elenco de actividades unimanuales sofisticadas que se realizan con la mano dominante); de otra parte, porque la representación cortical sensitivo-motriz de las extremidades inferiores está muy alejada de las áreas de integración secundaria polimodal en donde se realiza el procesamiento de las tareas neuropsicológicas, al contrario de lo que sucede con las extremidades superiores, que poseen una representación cortical topográficamente inmersa en las citadas áreas.

Cada uno de los dos ojos no funciona por separado como las manos sino que lo hacen conjugadamente, permitiendo así la fusión a nivel cortical de las imágenes correspondientes a cada hemicampo visual, gracias a la organización quiasmática; las vías motoras que gobiernan la mirada conjugada (vía aberrante de Dejérine y fascículo longitudinal posterior) obran bilateral y simétricamente; habría que hablar más bien de "lateralidad de la mirada" y no de "lateralidad o prefe-

rencia ocular" y aún así, el sentido y la dirección de la mirada sacádica o lenta están determinados por las coordenadas espaciales del estímulo (búsqueda o seguimiento) y no por preferencia de la mirada lateral en un determinado sentido; las parálisis de la mirada lateral por lesión de la vía motora, así como la "parálisis psíquica de la mirada" y la agnosia o negligencia espacial (v. infra) son problemas especiales que no tienen nada que ver con la pretendida dominancia ocular; además, los tests que se usaban para determinar el "ojo dominante" (mirar a través de un tubo o de un agujero) en la mayor parte de las ocasiones lo que realmente determinaban era qué ojo no sabía guiñar el niño, o cuál era el que veía con más agudeza (defectos de refracción asimétricos y/o ambliopía por forias no corregidas a tiempo). Lo único que parece suficientemente demostrado es que la mayor parte de los sujetos realizan desviaciones episódicas rápidas de la mirada hacia la derecha cuando procesan información secuencial-verbal y que las desviaciones se hacen hacia la izquierda cuando el material procesado es preferentemente de tipo espacial y/o conlleva una importante implicación emocional [23, 24, 25, 26]; estos hechos, que han sido usados abundantemente en psicología clínica, parecen estar en relación con el trabajo predominante del hemisferio izquierdo o el derecho durante las tareas citadas, que conllevaría simultáneamente un "disparo" de la mirada en sentido opuesto.

Orientación espacial y atención

Son funciones que la experiencia clínica y de laboratorio atribuyen preferencialmente al hemisferio derecho [8]. En diversos diseños experimentales se han ideado pruebas muy ingeniosas para demostrar esta lateralización funcional. Un procedimiento consiste en intentar reconocer mediante el tacto la orientación espacial de un determinado objeto presentado fuera del campo visual e imprimir la misma orientación a otro objeto que puede moverse libremente con la mano; en esta tarea, la mano izquierda suele ser más hábil que la derecha, como cabe esperar en una función lateralizada sobre el hemisferio derecho [34]. Esto queda también demostrado mediante el *"test de estimulación dicáptica"* ideado por Witelson [35], utilizable en niños y adultos: el sujeto debe realizar exploración táctil simultánea de dos objetos geométricos, uno en cada mano, fuera del campo visual, durante diez segundos; luego debe elegir mediante la visión de seis figuras geométricas las dos que emparejan con las que se palparon; se repite varias veces la prueba y se anotan los aciertos conseguidos con cada mano; por lo general, el número de aciertos con la mano izquierda es significativamente superior, por la razón anteriormente citada.

La competencia del hemisferio derecho en el mantenimiento de la atención durante una tarea de discriminación direccional de formas cuasi-geométricas puede ser medida mediante el *"Test de Caras"* de Thurstone y Yela [36], normalizado para niños en edad escolar.

La atención visuo-espacial diferencial de los dos hemicampos laterales se explora mediante diversas formas de *tests de tachado* de figuras, entremezcladas aleatoriamente con otras figuras no relevantes sobre el espacio ofrecido al sujeto; mediante estas pruebas se ha demostrado la negligencia espacial no sólo contralateral sino también homolateral al hemisferio derecho lesionado [37]. Mediante *estimulación taquitoscópica* se ofrecen a la percepción imágenes sobre uno y/u otro campo visual durante períodos de tiempo muy breves, procedimiento que permite estudiar con bastante sutileza la competencia de cada hemisferio para la decodificación de estímulos en lo tocante a sus coordenadas y relaciones espaciales, así como los fenómenos de extinción sensorial [8].

Lenguaje

Es la tarea más estudiada en cuanto a lateralización hemisférica. La experiencia clínica de más de un siglo ha fundamentado la convicción de que, tras un insulto en las regiones centrales del hemisferio izquierdo, aparte de aparecer hemiplegia contralateral, suele ocurrir una pérdida de la competencia verbal previamente adquirida (afasia), lo cual, por lo común, no sucede en las lesiones del hemisferio derecho. Por tanto, se admite como regla general que el hemisferio izquierdo posee la supremacía funcional en la integración del lenguaje. Si ésto es aceptable en sujetos diestros normales, las cosas se complican cuando se trata de zurdos o cuando se trata de niños pequeños y/o existen antecedentes de probable atrición hemisférica temprana con trasvase vicario de funciones de un hemisferio a otro.

Especialmente cuando se plantea una intervención neuroquirúrgica sobre lóbulo temporal (epilepsia, malformaciones vasculares, etc), es preciso asegurarse previamente del papel que el correspondiente hemisferio juega en la integración del lenguaje y de otras funciones de integración cortical.

El procedimiento más fiable es el *Test de Amital Sódico*, ideado por Wada y Rasmussen [27]: consiste en inyectar un bolo del citado barbitúrico primero en una y luego en la otra carótida común; mientras tanto, se pide al sujeto que repita cifras, en voz alta o realice cualquier otra actividad verbal; la interrupción de dicha actividad al suprimir transitoriamente el funcionamiento de un hemisferio nos asegura que en él asienta la función preferentemente. Durante el tiempo que dura la prueba (máximo, dos minutos cada hemisferio) pueden valorarse también otras funciones no verbales (gnosias visuales y tactiles, orientación espacial, praxias). El carácter moderadamente invasivo de la prueba la hace sólo factible en situaciones prequirúrgicas.

El *test de Escucha Dicótica (TED)* propuesto por Kimura [28] ha mostrado ser altamente fiable para determinar el sentido y grado de lateralización funcional hemisférica del lenguaje [28,29]. Consiste en administrar simultáneamente una sílaba o palabra distinta a cada oído por medio de auriculares; como el mayor contingente aferencial de cada oído va a conducirse al hemisferio contralateral, es corriente que los sujetos diestros, con lenguaje funcionalmente asentado en hemisferio izquierdo, decodifiquen ventajosamente el material ofrecido al oído derecho, que extinguirá al que llega desde el otro oído; el sujeto debe repetir las sílabas o palabras escuchadas (ver detalles de metodología y de interpretación en el trabajo de Junqué y Vendrell, [30]).

En sujetos preverbales se ha empleado la *estimulación monoaural*, observando diversas variables (decremento en la motricidad espontánea del hemicuerpo derecho, decremento en los trenes de succión no nutritiva, cambios en el ritmo cardíaco) cuando se administra material verbal al hemisferio dominante para el lenguaje, es decir, generalmente, a través del

oído derecho[31,32]; a estos procedimientos se ha objetado que las respuestas observables son de origen subcortical, aunque, desde luego, ya parecen mostrar que, a nivel tronco-geniculado, la vía auditiva posee una lateralización funcional para los estímulos verbales frente a los no verbales[33].

El *paradigma de "tareas concurrentes"* propuesto por Kinsbourne y Kook[38] se basa en la interferencia que una actividad de integración compleja llevada a cabo simultáneamente causa sobre el rendimiento manual en una tarea simple: la velocidad de golpeteo de la mano derecha sobre un dispositivo análogo a un emisor de código Morse, o sobre una tecla mecanográfica, será mayor en condiciones basales que cuando simultáneamente se exige al sujeto que repita en voz alta una serie de sílabas o palabras (en el caso más frecuente de sujeto diestro con dominancia hemisférica izquierda para el lenguaje). Más aún: si la actividad exigida a la mano es de tipo secuencial como, por ejemplo, pulsar alternativamente dos teclas próximas de la máquina de escribir, dicha actividad en la mano derecha quedará claramente interferida (decremento de velocidad y aumento de errores) por la tarea verbal concurrente si el sujeto tiene las funciones verbales lateralizadas sobre el hemisferio izquierdo; por su parte, la mano izquierda no sufrirá interferencia, o lo hará en menor grado; pero si la tarea de integración concurrente es visoespacial (discriminación de la orientación de imágenes proyectadas sobre una pantalla, contar mentalmente las aristas de un cubo, etc) será la mano izquierda la que sufrirá mayor decremento en el rendimiento motor si la actividad que está realizando no es de tipo secuencial (percusión rítmica con un solo dedo). En definitiva, es la proximidad anatómica de la representación cortical de las tareas citadas la que causa su interferencia mutua. Este método, con distintas variantes ha sido abundantemente empleado para determinar la lateralización hemisférica del lenguaje y de otras funciones complejas; el utillaje es muy simple y se puede aplicar a sujetos muy jóvenes, desde los tres años de edad.

Los *métodos neurofisiológicos* constituyen una importante ayuda en la investigación de las asimetrías funcionales hemisféricas. El potencial evocado auditivo tardío (cortical) se desorganiza y disminuye de amplitud en el hemisferio donde se procesa el lenguaje si su obtención se simultanea con una tarea verbal[39,40]. En la cartografía cerebral, la potencia espectral del EEG disminuye en el hemisferio correspondiente durante la realización de diversas tareas verbales y no verbales[40,41].

Ciertas *técnicas de imaginería funcional* permiten estudiar directamente el funcionamiento regional cerebral durante la realización de diversas tareas cognitivas. El metaboliso cerebral local, medido mediante el xenon radiactivo o mediante la Tomografía a Emisión de Positrones, está disminuido en el lóbulo temporal con esclerosis mesial y con descargas ictales repetidas (epilepsia temporal), así como en algunos casos de disfasia severa; por su parte, el lóbulo temporal derecho aumenta su metabolismo durante la fase de recuperación de afasias por insulto hemisférico izquierdo[39,42,43]

Fundamentos neurobiológicos

Posibles influencias experienciales tempranas

Varios estudios prospectivos[17,24,44,45,46] han demostrado una significativa correlación entre el sentido preferencial de la rotación espontánea de la cabeza del bebé en decúbito supino desde los primeros días de vida (mucho más frecuente, hacia la derecha) y la preferencia manual ulterior; para explicar este hecho se postula un mecanismo experiencial: la rotación cérvico-cefálica espontánea hacia un lado, con el reflejo tónico-asimétrico haría que el bebé obtuviese mayor información visual de la mano hacia la que se dirige el rostro y ello favorecería la adquisición de esquemas motoras más perfectos en ella; al ser mucho más frecuente el giro cefálico a la derecha en los primeros meses, la dextritud manual es también más frecuente. Además se considera que el hemisferio derecho parece ser dominante en la primera infancia, teniendo en cuenta que, en dicho período, las informaciones visual y acústica preverbales son más relevantes y que el giro predominante de la cabeza a la derecha permitiría mayor entrada de estímulos al hemisferio derecho, al liberar el oído y el hemicampo visual izquierdos.

Pero estamos ante un planteamiento lógico de tipo circular: también podría afirmarse que el giro preferente del cuello del bebé hacia la derecha está desencadenado por influencias tonígenas asimétricas procedentes de unos hemisferios cerebrales cuya anatomía y función son desiguales previamente a las influencias exteroceptivas.

Sin despreciar éstas y otras posibles influencias experienciales-culturales que han sido postuladas, los hallazgos de los dos últimos decenios nos enseñan que las asimetrías funcionales neuropsicológicas de los hemisferios poseen un sustrato morfológico previo al aprendizaje y que, probablemente, la preferencia diestra manual se fundamenta sobre el hecho de que las funciones verbales van a asentarse progresivamente en una región del hemisferio izquierdo vecina a las áreas simples sensoriales y motoras correspondientes a la mano derecha.

Asimetrías cerebrales morfológicas. Hallazgos anatómicos

En 1962 Von Bonin[47] revisaba el conjunto de trabajos anatómicos inaugurados por Broca cien años antes[48] y concluía que las diferencias morfológicas entre los hemisferios no eran significativas como para poderlas poner en relación con las importantes asimetrías comprobadas en el plano funcional.

Así las cosas, poco después se pudo evidenciar que, afinando la metodología, las diferencias anatómicas eran claras: la aportación princeps de Geschwind y Levitsky en 1968[49] habría una nueva etapa en el afrontamiento del problema; estos autores habían observado en 100 cerebros que el *planum temporale* (región de la cara superior del lóbulo temporal comprendida entre la ínsula, el giro de Hechsl y el plano de reflexión del surco de Silvio) estaba generalmente más desarrollado en el hemisferio izquierdo gracias a que, en dicho lado, el giro de Hechsl es más oblícuo hacia delante y afuera y la línea de reflexión del surco silviano se sesga más hacia atrás. El *planum temporale* constituye el principal componente del área cortical de Wernicke, y el hallazgo era congruente con los conocimientos afasiológicos previos.

Este hallazgo, que sólo tenía precedente en una antigua aportación de Von Economo y Horn[50] fue seguido de numerosas replicaciones[51,52,53,54,55,56]; el conjunto de estos trabajos demuestra que el *planum temporale* es más amplio a izquierda

en 60-83 % de casos, más amplio a derecha en 10-30 % y posee una amplitud similar sobre ambos hemisferios en 0 a 26 % de individuos.

La asimetría planimétrica de la cara superior del lóbulo temporal se relaciona con otros datos morfológicos macroscópicos: el giro de Hechsl derecho posee mayor anchura y, frecuentemente está surcado por una hendidura mediana, según ya habían evidenciado Von Economo y Horn en 1930 [50]; además, la cisura de Silvio es más larga a izquierda en el 84 % de casos y realiza una curvadura hacia arriba en su extremo posterior sobre el hemisferio derecho, lo cual motiva, además, que el opérculo parietal sea más amplio a izquierda y que la región del pliegue curvo tenga mayor superficie sobre el hemisferio derecho [55]. El área de Broca (*pars triangularis y pars opercularis* de F3) es también más amplia a izquierda en el 75 % de sujetos diestros, incluyendo en la planimetría la superficie que queda escondida en el interior de los surcos del opérculo [56].

Estos datos anatómicos han sido puestos de manifiesto tambien *in vivo* con metodología neurorradiológica en los últimos quince años (cfr. la recopilación de Habib y Galaburda, [57]) tomando previamente en cuenta no sólo la mano preferente de los sujetos sino, principalmente, su lateralización del lenguaje mediante el test de amital sódico. Le May [58] ha encontrado sobre la TAC que, en el 70 % de sujetos diestros, el lóbulo frontal derecho y el lóbulo occipital izquierdo son más anchos y realizan una protrusión asimétrica sobre la tabla interna craneal subyacente. Los cortes sagitales realizables mediante Resonancia Magnética permiten hoy día medir más aún fielmente las asimetrías del *planum temporale* y del opérculo parietal [57].

Los trabajos citoarquitectónicos corroboran los anteriores hallazgos; Galaburda y cols. [59] pusieron de manifiesto que el *área "Tpt"* (cortex de transición entre el cortex de asociación auditiva específica y el cortex de asociación inespecífica del opérculo parietal, comprendiendo el *planum temporale* y extendiéndose sobre los dos labios de la cisura silviana en una extensión y topografía superponibles a lo que se considera área de Wernicke) llega a ser hasta 7 veces más amplia a izquierda que a derecha en los sujetos diestros, incluso en aquellos en los que la sola medida del *planum temporale* no mostraba asimetrías significativas. Hallazgos similares se han obtenido [60] en la región de Broca, que se corresponde con el área 44 de Brodmann.

En cambio, el *cortex PEG del hemisferio derecho*, en la región parietal inferior, (porción antero superior del pliegue curvo), correspondiente a las funciones de integración visuoespacial y atención visual, posee mayor extensión que en el hemisferio izquierdo [61].

Probablemente *en el hemisferio derecho existe una mayor abundancia de sustancia blanca* [62], con más conexiones interregionales en el hemisferio derecho y más conexiones intrarregionales en el izquierdo; de ahí que la relación: sustancia blanca / sustancia gris sea mayor en aquél que en éste [63].

La superficie del *corte sagital del cuerpo calloso* ha sido estudiada en la necropsia de adultos cancerosos cuya preferencia manual había sido diagnosticada previamente con precisión [64]; la planimetría callosa era significativamente más amplia en el sexo femenino y en los zurdos de ambos sexos con cuantía estimada de 25 millones más de fibras en estos últimos, hecho que se ha puesto en relación con una lateralización funcional menos específica y por tanto, con más conexiones interhemisféricas, en las mujeres y en los zurdos de ambos sexos [64]. Más recientemente, el estudio *in vivo* mediante resonancia magnética de 100 sujetos no ha corroborado los anteriores hallazgos; sin embargo, estudiando 44 sujetos epilépticos cuya lateralización funcional del lenguaje se conocía exactamente por el test del amital sódico y por escucha dicótica, la resonancia magnética hizo evidente que, en los sujetos con funciones verbales asentadas sobre el hemisferio derecho, el área sagital callosa era 109-159 mm^2 más amplia (37-54 millones de fibras mielínicas) que en aquellos otros cuyo lenguaje estaba bilateralizado o asentado preferentemente sobre hemisferio izquierdo [65]; este hecho parece más relevante que el que se relacionaba con la preferencia manual o el sexo; téngase en cuenta empero, que la mayoría de los sujetos de este último estudio con lenguaje sobre hemisferio derecho habían adquirido dicho rasgo funcional de forma probablemente vicaria, ya que se trataba de pacientes epilépticos; por tanto, se trataba de una preferencia verbal hemisférica diestra forzada y necesitada, por tanto, de conexiones interhemisféricas más importantes (vid. infra).

Evidencias neurofisiológicas

Aunque no es un indicador fiable de la lateralidad individual, en los estudios de grupo se ha demostrado que la abundancia y voltaje de actividad alfa en el EEG standard de adultos es significativamente mayor sobre el hemisferio derecho en diestros y sobre el hemisferio izquierdo en zurdos, reflejando la desincronización producida en el correspondiente hemisferio por la ubicación de las funciones verbales, aun en condiciones de reposo; éste es un hecho bien conocido desde hace tres decenios [123, 124] en EEG convencional, más precisamente cuantificado en estudios recientes mediante cartografía [40, 41].

Ontogenia y filogenia de las asimetrías interhemisféricas

A la cuestión de si las asimetrías objetivadas en el adulto se adquieren a lo largo de la vida extrauterina paralelamente a los aprendizajes o si existen ya, predeterminados al nacimiento, los trabajos anatómicos de Witelson y Pallie [52], de Wada y cols. [53], y de Chi y cols. [66] sobre un total de *321 cerebros de neonatos* fallecidos entre 24 y 42 semanas postconcepcionales han demostrado que la mayor amplitud del *planum temporale* izquierdo es patente ya desde la 26 semana de gestación. No obstante, las asimetrías se acentúan al par que el cerebro madura hacia su forma adulta [64]. Al parecer *el planum temporale* derecho detiene su crecimiento antes que el izquierdo por un grado mayor de muerte celular [66].

Veamos los hallazgos experimentales acerca de *lateralización funcional en niños pequeños*. La potencia espectral del EEG y de los potenciales evocados auditivos es menor, por lo general, en el hemisferio izquierdo por su implicación en las tareas verbales; esta característica neurofisiológica ha sido puesta de manifiesto ya desde la edad de 3 meses [40, 41]. Mediante el test de escucha dicótica, se ha corroborado la superioridad funcional del oído derecho (hemisferio izquierdo) para el material verbal en niños de 2 y 3 años [69, 70]. La superioridad de hemisferio izquierdo para el procesamiento lingüístico se ha evidenciado también a través del método de "tareas concurrentes" desde la edad de 3 años [71]. También se ha observado que la motricidad espontánea del hemi-

cuerpo derecho disminuye significativamente y en forma selectiva ante estímulos de naturaleza verbal desde la edad de 5 semanas [72]. Más atrás hemos comentado la progresión de la preferencia manual, que se expresa claramente ya en el curso del segundo año de vida. Por otra parte, en referencia a actividades preferentemente procesadas por el hemisferio derecho, concretamente, las de orientación espacial, se ha demostrado que la imitación de posturas y movimientos es más perfecta con la mano izquierda (hemisferio derecho) en preescolares desde los 3 años de edad [73]. Todos estos datos hablan también a favor de que la asimetría hemisférica funcional se establece muy precozmente, pesando más la predisposición neurobiológica que los factores experienciales.

Diversos *estudios paleontológicos* recopilados por Le May [74, 75, 76] han mostrado asimetrías craneales congruentes con los datos anatómicos actuales en restos humanos muy antiguos: hombre de Neandertal (— 60.000 años) y hombre de Pekín (— 500.000 años).

Por otra parte, regresando sobre *especies inferiores*, también se han encontrado asimetrías funcionales y anatómicas en el orangután y en otros simios, en el gato, en el ratón y en pájaros cantores. La destrucción selectiva del núcleo *hiperestriatum ventrale* izquierdo en el cerebro de los pinzones, o la sección del nervio hipogloso izquierdo, afectan o suprimen el canto [77]; el hemisferio derecho posee mayor espesor y superficie corticales que el izquierdo en los ratones y ello concuerda con la superioridad funcional hemisférica derecha de estos animales en el plano comportamental [78]. En diversos tipos de simios se han encontrado asimetrías anatómicas a factor del lado izquierdo a pesar de ser animales preverbales, dato que puede interpretarse como una preadaptación biológica sobre la que se apoyó el acto creacional de la especie humana [79, 80, 81].

Factores genéticos y humorales

Los estudios acerca de la relación entre la preferencia manual de los sujetos y la de sus padres han mostrado la existencia de un importante factor hereditario [82]. Al no haber hallado diferencias en la concordancia de la mano preferente de gemelos monovitelinos y bivitelinos [83], se sugiere que, además del factor hereditario, deben actuar influencias ambientales intrauterinas. Tengamos también presente que la preferencia manual y la lateralización de funciones neuropsicológicas pueden ser discordantes en el mismo sujeto y entre el sujeto y sus progenitores.

El *modelo genético* que goza de mayor aceptación es el presentado por Annett [84, 85]: la dextritud y la zurdera no son variables dicotómicas sino los extremos de una sola variable continua distribuida en la población según una curva desviada hacia la utilización preferente de la mano derecha (y un asiento preferente de las capacidades lingüísticas sobre el hemisferio izquierdo); esta tendencia mayoritaria estaría condicionada por un factor genético denominado RS *(right shift)*; el gene correspondiente no poseería dos alelos opuestos diestro-zurdo sino un solo alelo (RS +) siendo el otro alelo igual o indiferente (RS —); la tendencia diestra sería más o menos fuerte según el estado homozigoto (RS +, RS +, en el 25 % de individuos), o heterozigoto (RS +, RS — en el 50 % de casos); en el 25 % de individuos restantes, habría una ausencia completa del gen RS (fórmula: RS —, RS —) y no existiría influencia hereditaria hacia ninguno de los dos lados, quedando la diferenciación sometida al azar y a los factores ambientales (posibilidades: diestro, ambidiestro o zurdo). Por su parte, Geswind y Galaburda [125] creen que todos los sujetos poseen predisposición genética a la prevalencia del hemisferio izquierdo pero algunos factores ambientales disminuyen esta tendencia a la asimetría y originan una dominancia aleatoria; esta teoría va en el mismo sentido que la del "gradiente citoplasmático de maduración" propuesta por Corballis y Morgan [5].

Entre los factores biológicos añadidos a la determinación de la lateralización funcional debemos destacar las *hormonas sexuales* (cfr. la recopilación de Bradshaw y Netterton [86]. Parece existir acuerdo acerca de la superioridad femenina en las tareas verbales y masculina en las tareas visuoespaciales, siendo estas diferencias evidentes desde la infancia aunque se acentúan a partir de la pubertad. Por otra parte, la lateralización funcional hemisférica sería más completa en los varones [87] ya que el 95 % de hombres diestros tienen lateralizado el lenguaje sobre el hemisferio izquierdo frente al 80 % en el caso de las mujeres. Se ha demostrado en estudios anatómicos sobre fetos, neonatos y adultos que las diferencias de predominio en el *planum temporale* por razón de sexo se establecen progresivamente a través de los años [54]. Todo ello inclina a pensar que son influencias hormonales (testosterona principalmente), las que condicionan esas diferencias, como ha sido demostrado en diversos estudios sobre animales [77, 88].

Patología infantil y lateralización funcional

Aunque la especialización hemisférica posee un sustrato neurobiológico previo al aprendizaje, ésta puede integrarse funcionalmente sobre regiones vicarias homolaterales o contralaterales cuando uno de los hemisferios cerebrales sufre alguna lesión durante su proceso ontogenético gracias al hecho de que, en edades tempranas, existe una relativa indiferenciación funcional que se irá afirmando al paso de los años (ley de la "lateralización progresiva de las funciones" de Luria [4]). En cualquier caso esta lateralización forzada, o el reparto bilateral de ciertas funciones superiores, contrariando la predisposición ontogenética a la lateralización selectiva, se traduce, por lo general, en un rendimiento neuropsicológico más bajo.

La *epilepsia temporal* constituye un buen modelo patológico humano para estudiar este aspecto, ya que su sustrato lesional se constituye casi siempre antes del 24.º mes de vida extrauterina (esclerosis mesial temporal por estado convulsivo febril o agresiones asfícticas perinatales, o bien, malformaciones vasculares, hamartomas, etc.); además, la ubicación lesional ocurre en la encrucijada anatómica de notable papel neuropsicológico. Stores [89] encontró, en su serie de niños con epilepsia temporal, que los varones con foco izquierdo tenían una significativa inferioridad para adquirir la lectoescritura y presentaban un índice alto de problemas de conducta en el cuestionario de Conners. En un trabajo de seguimiento de 100 sujetos con epilepsia temporal durante 40 años, Ounsted y cols. [90] no han encontrado diferencias significativas entre CI verbal y manipulativo atribuibles a la lateralidad del foco epiléptico; en cambio, las conductas antisociales y psicóticas estaban claramente asociadas a foco epiléptico izquierdo y, en todo caso, contralateral a la mano dominante.

Mediante el test de amital sódico, Raush y Walsh [91] estudiaron la dominancia cerebral para el lenguaje en 62 epilépticos temporales candidatos a tratamiento quirúrgico. De entre los 28 sujetos que tenían foco epiléptico izquierdo encontraron 4 manidextros con lenguaje integrado sobre el hemisferio derecho y 3, con lenguaje bilateralizado (2 de éstos, manidextros); en cambio, de los 34 pacientes con foco derecho, 32 conservaban el lenguaje sobre el hemisferio izquierdo y sólo 2, que eran zurdos, lo tenían asentado sobre el lado derecho; en la mayoría de los pacientes intervenidos se comprobó esclerosis mesial temporal; ese 15 % de sujetos con dominancia cruzada para el lenguaje teniendo lesión epiléptica de adquisición temprana en el lóbulo temporal izquierdo contrasta con el 2 % admitido en la población general y con la conservación a izquierda del lenguaje en los epilépticos con foco derecho; la razón por la cual una proporción importante de epilépticos temporales con foco izquierdo cruzan el asiento del lenguaje y la dominancia manual debe depender de la extensión lesional y de la mayor o menor interferencia de las relaciones entre hipocampo y *planum temporale*.

En otro trabajo reciente [92] también se ha comprobado, con método análogo, que sólo el 85 % de pacientes con epilepsia temporal conservaban el lenguaje sobre el hemisferio izquierdo, pero independientemente del lado del foco epiléptico; las funciones mnésicas verbales y visuales que, en cuanto a la fase de fijación, poseen normalmente un mecanismo bilateral, tendían a asentarse exclusivamente en el hemisferio contralateral al foco epiléptico: es decir, las tareas mnemónicas, tan estrechamente ligadas a las estructuras hipocámpicas como eslabón fundamental del circuito de Papez, se afectan, lógicamente, de forma más selectiva que el lenguaje en su globalidad cuando ocurre la esclerosis mesial temporal y se refugian en el hemisferio opuesto a la lesión. La transferencia vicaria de funciones neuropsicológicas al hemisferio contralateral a la lesión constituye un mecanismo básico de defensa que condiciona el pronóstico cognitivo y comportamental en muchos de estos pacientes.

En la *epilepsia benigna a paroxismos centrotemporales*, a pesar de no poseer un sustrato anatomopatológico, se ha evidenciado, mediante taquitoscopia y escucha dicótica, un retraso de la especialización hemisférica para el procesamiento del material verbal, que tiene asiento bilateral hasta edades prepuberales en los sujetos afectos [93]. A las mismas conclusiones se ha llegado en otro reciente estudio [94] mediante el método de tareas concurrentes: el grupo experimental estaba constituido por 22 sujetos de 9 a 13 años que habían cursado epilepsia benigna a paroxismos centrotemporales (en 14 casos los paroxismos eran exclusivamente sobre hemisferio izquierdo y en 18 restantes, sobre lado derecho; no entraron en la muestra sujetos con paroxismos bilaterales y/o alternantes); todos habían estado libres de crisis en el último semestre, y no tomaban medicación antiepiléptica. El grupo control se formó con 15 sujetos sanos. Los tres grupos: "experimental izquierdo (EI), "experimental derecho (ED), y "control normal (C)" estaban homologados en edad y sexo; todos los sujetos eran diestros de mano, con índice en lateralidad según la escala de Oldfield-Edimburgo [21] igual o superior a + 80, y no poseían antecedentes relevantes de zurdera familiar. La tarea manual consistía en mecanografiar los caracteres /m/ y /n/ percutiendo alternativamente con los dedos índice y corazón sobre una máquina de escribir eléctrica lo más rápidamente posible con la mano derecha o con la izquierda durante series de 10 segundos; unas veces, esta tarea era exclusiva y otras, se realizaba concurrentemente con la repetición en alta voz de una serie de cuatro nombres de animales. El porcentaje de reducción de rendimiento manual durante las tareas concurrentes respecto a los rendimientos en condiciones basales era alrededor de 20 % en los gurpos ED y C usando la mano derecha (no era significativo al usar la izquierda); en el grupo EI el porcentaje de reducción era igualmente escaso cuando se usaba una u otra mano, sin diferencias significativas entre sí.

Estos dos trabajos demuestran que las descargas repetitivas sobre la región centro-temporal (rolándica) del hemisferio izquierdo, aún en ausencia de lesión anatómica evidenciable, retrasan (si no imposibilitan definitivamente) el correcto asentamiento de las funciones verbales sobre el hemisferio izquierdo y, por lo tanto, cuestionan el apelativo de "benigna" para el tipo de epilepsia infantil al que nos referimos.

En el síndrome infantil *"afasia-epilepsia"* de Landau y Kleffner, tras el período de estado, se ha podido demostrar, mediante estimulaciones dicóticas y taquitoscópicas, que existe correlación positiva entre el proceso de recuperación del lenguaje y el grado de asentamiento de funciones verbales sobre el hemisferio derecho [95]. Hallazgos similares se han obtenido durante la recuperación de afásicos adultos [39] mediante el estudio del bloqueo del potencial evocado auditivo cortical, que era más importante sobre el hemisferio derecho, al contrario de lo que sucede en condiciones normales, cuando concurre una tarea verbal de repetición de sílabas o palabras; durante la escucha dicótica, estos pacientes presentan un predominio aural izquierdo (hemisferio derecho) y las tareas verbales provocan un aumento de flujo sanguíneo sobre el hemisferio derecho demostrado mediante el test del xenon radiactivo.

Los trabajos sobre *afasia por lesión unihemisférica adquirida en la infancia* [94, 96, 98] muestran que, cuando el daño recae sobre el hemisferio derecho, el déficit de lenguaje es mucho mayor que en los adultos y, asimismo, dan cuenta de una mejor recuperación, ya sea tras lesión izquierda o derecha, por la aludida plasticidad funcional, en el primer quinquenio de vida; aunque se observan afasias con semiología "positiva" y penosa recuperación desde el tercer año [97], el conjunto de las aportaciones inclina a concluir que el modelo adulto de génesis y pronóstico de afasia no se implanta sino a partir del segundo quinquenio de vida.

La dislexia ha sido objeto, durante los últimos quince años, de abundantes estudios desde la perspectiva neuropsicológica, habiéndose individualizado distintos subtipos según predomine el déficit verbal (más frecuente) o el visuoespacial [99, 100, 101]. Mediante estudio espectral EEG ("brain mapping") se ha encontrado que en los dislécticos existe una incompetencia funcional de la mitad posterior del hemisferio izquierdo durante la realización de tareas cognitivas que implican verbalización y lectura [102]. El hallazgo de heterotopias neuronales predominando en las áreas perisilvianas izquierdas de sujetos dislécticos adultos [103] hace pensar que, la dislexia "genética" puede estar mediatizada por anomalías de la migración neuronal que abocan a un hemisferio izquierdo con competencia funcional disminuida, aunque este postulado ha de contrastarse mediante estudios acerca de la frecuencia de dichas ano-

malías estructurales corticales en la población general.

Comparando las estrategias de lectura entre disléctico "genéticos" y sujetos con lesiones unilaterales connatales del hemisferio derecho del izquierdo se ha observado que los defectos de lectura, presentes en el 50 % de las lesiones de hemisferio izquierdo, recaen fundamentalmente sobre el componente de procesamiento verbal, al igual que sucede en la mayoría de la dislexias "genéticas"; por su parte, sólo 1/3 de los sujetos con lesión derecha presentaban dificultades en la lectura, y éstas implicaban fundamentalmente la discriminación visuoespacial, como ocurre también en una pequeña proporción de disléctico "genéticos" [104]. En definitiva, parece que las constataciones experimentales recientes no hacen sino corroborar los antiguos postulados de Orton [105, 106]: en la dislexia existe un hemisferio izquierdo que procesa deficientemente el material verbal; por eso, el hemisferio derecho, a pesar de que ontogenéticamente no está destinado a esta tarea, debe asumir un papel vicariante en la integración lingüística, papel que nunca llegará a desempeñar todo lo correctamente que debiera; además, este hemisferio derecho, ocupado en tareas que no le son propias, "descuidará" las que por naturaleza tiene asignadas en la modalidad visuoespacial y así se origina la incompetencia funcional que subyace al cuadro disléctico, tanto en la modalidad verbal como en la visuoespacial.

En el Síndrome por Déficit de Atención con Hiperquinesia (Disfunción Cerebral Mínima) se conoce el efecto beneficioso de los agonistas dopaminérgicos (anfetaminas, metilfenidato, pemolina), que parecen compensar un déficit del sistema funcional de la atención (circuito hipocampo-límbico-tálamo-reticular); forman también parte integrante del cuadro clínico una torpeza motora y una incompetencia en la integración visuo-espacial [107]. En experimentos sobre ratones se ha logrado reproducir un cuadro similar al humano deplecionando el encéfalo en dopamina mediante la aplicación de 6-HODA y conseguir la vuelta a una conducta normal administrando anfetaminas [108]. Muy recientemente se ha realizado un estudio [109] de perfusión cerebral mediante Tomografía a Emisión de Positrones en 19 niños con este síndrome, frente a un grupo de adultos jóvenes voluntarios sanos (el factor edad se demostró no ser relevante); en el grupo de niños con Déficit de Atención se demostró una hipoperfusión sanguínea de las regiones tálamo-estriadas, siendo el déficit significativamente mayor en el lado derecho; la administración de metilfenidato, aparte de mejorar la conducta, aumentó la perfusión en zonas deficitarias de ambos hemisferios pero se mantenía menor en el derecho; las regiones corticales correspondientes a las áreas sensitivas estaban hiperémicas, lo que indica una hiperactividad metabólico-funcional; el mayor flujo sanguíneo en las zonas deficitarias tras el metilfenidato indica que, al mejorar la función dopaminérgica, aumenta también la demanda metabólica. De este estudio se desprenden interesantes reflexiones sobre el papel de las conexiones tálamo-estriadas en el citado sistema funcional de la atención y la especial incompetencia del hemisferio derecho en el Síndrome por Defecto de Atención, lo que es congruente con los conocimientos previos acerca del papel relevante de este hemisferio en las tareas atencionales a través de su especial conexión con el "primer bloque funcional" cerebral [4, 8, 9, 61].

En los *deficientes mentales* aparece con frecuencia significativa un defectuoso establecimiento de la dominancia manual. Pero más importante nos parece la atípica lateralización de funciones neuropsicológicas en estos sujetos; vamos a referirnos concretamente a los resultados de una serie de investigaciones llevadas a cabo sobre sujetos con *Síndrome de Down* por Elliot y cols. [110] usando escucha dicótica, estimulación dicáptica y tareas concurrentes manipulativo-verbales; han encontrado que los trisómicos tienen repartidas las funciones verbales entre los dos hemisferios, pero con la particularidad de que, si bien la selección, programación y emisión de mensajes verbales se hace a partir del hemisferio izquierdo (como en los sujetos normales), la integración receptivo-decodificadora del lenguaje asienta en el hemisferio derecho (de forma atípica); y en el ámbito extraverbal, estos sujetos programan las secuencias motrices de las manos a partir del hemisferio izquierdo (como en la población normal), pero el reconocimiento táctil de coordenadas espaciales asienta preferentemente (al contrario que en los sujetos normales) sobre el hemisferio izquierdo. Aparte de las consecuencias psicopedagógicas que pudieran extraerse de esta atipicidad funcional, desde nuestra perspectiva psicobiológica creemos que estos hallazgos procedentes de individuos con una aberración cromosómica de alta prevalencia (0,8-1,5 por mil nacidos vivos) representan un buen paradigma patológico humano para fundamentar teóricamente las influencias genéticas anómalas sobre la especialización funcional hemisférica y su correlato en las competencias cognitivas.

Igualmente interesantes son los resultados de las investigaciones sobre personas portadoras de *aneuploidias gonosómicas* [11, 112, 113, 114, 115]. En la monosomía 45, XO (Síndrome de Turner) existe, además de una maduración ósea acelerada y de un mayor número de crestas en los dermatoglifos digitales, una superioridad verbal frente a los sujetos portadores de polisomias 47, XXX y 47, XXY (Síndrome de Klinefletter), que poseen una maduración ósea más lenta, menor número de crestas dactilares y mayor competencia visuo-espacial que verbal; con el empleo de técnicas de escucha dicótica verbal y musical, y de procedimientos taquitoscópicos hemiópticos y táctiles dicápticos se han obtenido hallazgos que permiten postular un más precoz y mayor desarrollo del hemisferio izquierdo en los sujetos con cariotipo 45, XO frente a los portadores de polisomias del X. Estas diferencias genéticamente determinadas se acentúan en torno a la pubertad, por lo que pueden suponerse influencias hormonales sobreañadidas.

En el *autismo infantil*, objeto de abundantísima investigación neurobiológica en las dos últimas décadas [117], se postuló una inversión de la asimetría anatómica interhemisférica al hallar sobre la TAC una región parieto-occipital derecha más amplia que la izquierda en 9 de 16 pacientes [118]; pero estos hallazgos habían sido fruto de un sesgo metodológico, según se demostró en un trabajo posterior [119]. Por otra parte [120] se demostró que los niños autistas poseen una superioridad del oído derecho (hemisferio izquierdo) para el material verbal en el test de escucha dicótica, al igual que la población normal y al contrario de lo que sucede en una importante proporción de disfásicos. Así pues, no parece que existan particulares anomalías de lateralización funcional hemisférica en los autistas. En cambio, el modelo neurobiológico que más se sostiene es el de una disfunción límbico-fronto-mesial bilateral [121], es decir, el comportamiento

autista estaría sustentado fisiopatológicamente en una incompetencia del "primer bloque funcional" sobre el que, por otra parte, sabemos que obran importantes influencias de todo el hemisferio derecho.

Con la denominación *"Right Hemisphere Déficit Síndrome of Childhood"* ha sido recientemente [122] descrita una peculiar agrupación de rasgos comportamentales en una serie de 15 niños con lesión temprana del hemisferio derecho; el rasgo más común era el déficit atencional; además, presentaban dificultades para interpretar señales sociales, lo que se objetivó mediante dos ingeniosos tests de reconocimiento de estados de ánimo y de matices afectivos en fotografías de rostros y en bandas sonoras que conservaban las inflexiones prosódicas de frases cuyas palabras habían sido borradas. Este síndrome, que aún debe ser suficientemente documentado con nuevas aportaciones clínicas, presenta un notable interés teórico acerca del papel del hemisferio "menor" en la vida interactiva.

Recapitulación y perspectivas

De los datos que hemos revisado podemos concluir que la lateralización funcional cerebral es un hecho con base biológica suficientemente documentada; los factores ambientales educativos poseerían una influencia secundaria frente a los determinantes constitucionales, qué están profundamente impresos en la ontogenia y en la filogenia humanas. Esta asimetría presta a los sistemas funcionales cerebrales una mayor fragilidad morbogenética, pero, al mismo tiempo, supone complejidad y perfección y, por lo tanto, es un hecho positivo y fecundo [7].

Disponemos de una amplia gama de recursos diagnósticos atraumáticos para la investigación clínica de la lateralización hemisférica de las funciones cerebrales superiores; en los últimos años se han introducido avances tecnológicos (RM, PET, cartografía cerebral) que permitirán diseños más sofisticados.

Los datos que hemos expuesto en referencia a distintos problemas neurológicos y psicopatológicos infantiles no constituyen sino una pequeña muestra de las interesantes perspectivas que quedan abiertas, con metodología neuropsicológica, para la explicación de diversas disfunciones cognitivas y de las posibilidades de suplencia funcional. Permanecen muchos interrogantes de psicología diferencial (sexo, estilos cognitivos y lateralidad funcional hemisférica) y de las relaciones entre sistemas hormonales, sistema inmunitario y hemisferios cerebrales, habiéndose aventurado hipótesis audaces en espera de un adecuado contraste [116, 125, 126, 127]. Citemos la significativa incidencia de zurdera entre los pacientes de diversas enfermedades inmunológicas (asma, eczema, miastenia gravis).

Cabe destacar la importancia de las asimetrías interhemisféricas anómalas en los trastornos de aprendizaje y en muchos modelos de deficiencia mental genéticamente determinados. Finalmente, debemos señalar que el llamado "hemisferio menor" (derecho) posee un papel relevante en las funciones atencionales y contactivas; a él está encomendado el don de "hacerse cargo", de captar los matices contextuales y afectivos; el desarrollo de la capacidad de interacción, así como sus eventuales desviaciones patológicas [128] poseen, probablemente una base biológica ligada a la función de este hemisferio y de sus extensas conexiones con el "primer bloque funcional cerebral".

Bibliografía

1. Flechsig P. *Developmental (myelogenetic) focalisation of the cerebral cortex in the human subject.* Lancet 2: 1.027-1.029, 1901.
2. Dejerine J. *Anatomie des centres nerveux.* Rueff, París 1901.
3. Goodman R. *The developmental neurobiology of language.* En: Yule W y Rutter M (eds.) *Language development and disorders.* Clinics in Developmental Medicine n.º 101-102. McKeith Press, Blackwell, Oxford 1987, pp. 129-145.
4. Luria AR. *The working brain.* Penguin Books. Londres 1973.
5. Corballis MC y Morgan MJ. *On the biological basis of human laterality: I. Evidence for a maturational left-right gradient.* Behav Brain Sci 2: 262-336, 1978.
6. Corballis MC. *Human laterality.* Academic Press, New York 1983.
7. Barraquer Bordás LL. *La elaboración de la dominancia hemisférica como proceso dinámico. El papel del cuerpo calloso. Síndromes de desconexión.* En: Peña Casanova J y Barraquer Bordás LL: Neuropsicología. Toray, Barcelona 1983, pp. 397-407.
8. Mesulam MM. *A cortical network for directed attention and unilateral neglect.* Ann Neurol 10: 309-325, 1981.
9. Mesulam MM. *Patterns in behavioral neuroanatomy: association areas, the limbic system, and hemispheric spetialization.* En: MM Mesulam (ed). *Principles of Behavioral Neurology.* David Company, Philadelphia 1985.
10. Ross ED y Mesulam MM. *Dominant language functions of the right hemisphere? Prosody and emotional gesturing.* Arch Neurol 36: 144-148, 1979.
11. Ross ED. *Prosody and brain lateralization. Fact vs Fancy or is it all just semantics?* Arch Neurol 45: 338-339, 1988.
12. Subirana A. *Handedness and cerebral dominance.* En: Vinken PH y Bruyn GW (eds.): Handbook of Clinical Neurology. North Holland Publishing Co. Amsterdam 1969. Vol 4, pp. 248-272.
13. Corominas F. *Fisiopatología de la lateralidad en la infancia.* Archivos de Pediatría 19: 321-329, 1968.
14. Annett M. *The growth of manual preference and speed.* Brit J Psycohol 61: 545-558, 1970.
15. Bruml H. *Age changes in preference and skill measures of handedness.* Perceptual and Motor Skills 34: 3-15, 1972.
16. Flament F. *Coordination et prévalence manuelles chez le nourrisson.* C.N.R.S. París 1975.
17. Konishi Y, Mikawa H y Suzuki J. *Asymmetrical head turning of preterm infants: some effects on later postural and functional lateralities.* Develop Med Child Neurol 28: 450-457, 1986.
18. Milner B, Brach CH y Rasmussen TH. *Evidence for bilateral speech representation in some non right-handers.* Trans Amer Neurol Assoc 306-309, 1966.
19. Bayley N. *Escalas Bayley de Desarrollo Infantil.* Edición EE.UU. 1969. Adaptación Española. TEA, Madrid 1977.
20. McCarthy D. *Escalas McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad para niños (MSCA).* Original Americano, 1972. Versión Española: manual. TEA. Madrid 1983.
21. Oldfield RC. *The assessment and analysis of handedness: the Edimburg inventory.* Neuropsycholologia 9: 97-113, 1971.
22. Zazzo R y Galifret-Grajon N. *Génesis y fórmulas de la lateralidad.* En: Zazzo R (ed.). *Manual para el examen psicológico del niño.* Fundamentos, Madrid 1971. Vol. 1, pp. 21-52.
23. Day ME. *An eye movement phenomenon relating to attention, thought and anxiety.* Perceptual and motor skills 19: 443-446, 1964.
24. Kinsbourne M. *Eye and head turning indicates cerebral lateralization.* Science 176: 539-541, 1972.
25. Galin D y Ornstein R. *Individual differences in cognitive style, I: Reflexive eye movements.* Neuropsychologia 12: 367-376, 1974.
26. Schwartz GE, Davidson RJ y Maer F. *Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: interactions with cognition.* Science 190: 286-288, 1975.
27. Wada J y Rasmussen T. *Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of speech dominance. Experimental and clinical observations.* J Neurosurg 17: 266-282, 1960.
28. Kimura D. *Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli.* Canadian J Psychol 15: 166-171, 1961.
29. Kimura D. *Functional asymmetry of the brain in dichotic listening.* Cortex 3: 163-168, 1967.
30. Junque C y Vendrell P. *Lateralización cerebral del lenguaje: la audición dicótica.*

En Peña J (dir.), *La exploración neuropsicológica.* Ed. MCR, Barcelona 1987, pp. 87-101.

31. Entus AK. *Hemispheric assymmetry in processing of dichotically presented speech and non speech stimuli by infants.* En: Segalowitz SJ y Gruber FA (dirs.): *Language development and neurological theory.* Academic Press, New York 1977, pp. 63-73.

32. Best ET, Hoffman H y Glanville BB. *Development of infant asymmetries for speech and music.* Perception and Psychophysic 31: 75-85, 1982.

33. Witelson SF. *Neurobiological aspects of language in children.* Child Development 58: 653-688, 1987.

34. Benton AL, Varney NR y De Hamisher KS. *Lateral differences in tactile directional perception.* Neuropsychologia 16: 109-114, 1978.

35. Witelson SF. *Sex and the single hemisphere: specialisation of the right hemisphere for spatial processing.* Science 193: 425-427, 1976.

36. Thurstone L y Yela M. *Test de percepción de diferencias* (caras) 5.ª edic., baremo español. TEA. Madrid 1985.

37. Weintraub S y Mesulam MM. *Right cerebral dominance in spatial attention: Further evidence based on ipsilateral neglect.* Arch Neurol 44: 621-625, 1987.

38. Kinsbourne M y Cook J. *Generalised and lateralised effects of concurrent verbalisation on a unimanual skill.* Quartely J of Experimental Psychol 23: 341-345, 1971.

39. Papanicolau AC, Moore BD, Deutsch G, Levin HS y Eisenberg HM. *Evidence for right hemisphere involvement in recovery from aphasia.* Arch Neurol 45: 1.025-1.029, 1988.

40. Davis AE y Wada JA. *Hemispheric asymmetries in human infants: spectral analysis of flash and clicked evoked potentials.* Brain and Language 4: 23-31, 1977.

41. Gardiner MF y Walter Do. *Evidence of hemispheric specialisation from infant EEG.* En: Harnard S, Doty RW, Goldstein L, Jaynes J y Krauthamer (eds.). *Lateralisation in the nervous system.* Academic Press. New York 1977, pp. 481-500.

42. Fish DR, Lewis TT, Brooks DJ, Zilkha E, Wise RJS y Kendall BE. *Regional blood flow of patients with focal epilepsy studied using xenon enhanced CT brain scaning.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 50: 1.584-1.588, 1987.

43. Abou-Khalil BW, Siegel GJ, Sackellares JC, Gilman S, Hichwa R y Masshall R. *Positron emission tomography studies of cerebral glucose metabolism in chronic partial epilepsy.* Annals Neurol 22: 480-486, 1987.

44. Gessell A y Rues LB. *The development of handedness.* J Genetic Psychol 70: 155-175, 1947.

45. Coryell J y Michel GP. *How supine postural preferences of infants can contribute towards the development of handedness.* Infant Behav Develop 1: 245-257, 1978.

46. Michel GP. *Right-handedness: a consequence of infant supine head-orientation preferencee?* Science 212: 685-687, 1981.

47. Von Bonin G. *Anatomical Aymmetries of the cerebral hemispheres.* En Mountcastle VB (ed.). *Inter-hemispheric relations and cerebral dominance.* John Hopkins Press Baltimore 1962.

48. Broca P. *Sur le siége du langage articulé.* Bull Soc Antropol 6: 337-393, 1865.

49. Geschwind N y Levitsky W. *Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region.* Science 161: 186-187, 1968.

50. Von Economo C y Horn L. *Ueber Windungsrelief, Masse und Rindenarchitektonik der Supretemporalflesch, ihre individuellen und ihre seite unterschieden.* Zeitschrift fur die gesamte Neurologie und Psychiatrie 130: 678-757, 1930.

51. Teszner D, Tzavaras A, Gruner J y Hecaen H. *L'asymétrie droite-gauche du planum temporale.* Rev Neurol 12: 444-449, 1972.

52. Witelson SF y Pallie W. *Left hemisphere specialization for language in the newborn: neuroanatomical evidence of asymmetry.* Brain 96: 641-646, 1973.

53. Wada JA, Clarke R y Hamm A. *Cerebral hemispheric asymmetry in humans.* Arch Neurol 32: 239-246, 1975.

54. Wada JA y Davies AE. *Fundamental nature of human infant's brain asymmetry.* Can J Neurol Sci 4: 203-207, 1977.

55. Yeni-Komshian GH y Benson DA. *Anatomical study of cerebral asymmetry in the temporal lobe of humans, chimpazees and rhesus monkeys.* Science 192: 387-389, 1976.

56. Falzi G, Perrone P y Vignolo LA. *Right-left asymmetry in anterior speech region.* Arch Neurol, 39: 239-240, 1982.

57. Habib M y Galaburda M. *Déterminants biologiques de la dominance cérébrale.* Rev Neurol, 142: 869-894, 1986.

58. Lemay M y Geschwind N. *Human brain morphological differences in the hemispheres demostrable by carotid arteriography.* New Engl J Med, 287: 168-170, 1972.

59. Galaburda AM, Sanides F y Geschwind N. *Human brain ciytoarchitectonic left-right asymmetries in the temporal speech region.* Arch Neurol, 35: 812-817, 1978.

60. Galaburda AM. *La région de Broca: observations anatomiques faites un siecle aprés la mort de son découvreur.* Rev Neurol, 36: 609-616, 1980.

61. Eidelberg D y Galaburda AM. *Inferior parietal lobule. Divergent architectonic asymmetries in the human brain.* Arch Neurol, 41: 843-852, 1984.

62. Gur RC, Packer IK, Hungerbuhler JP, Reivich M, Obrist WD, Amarner WS y Sackeim HA. *Differences in the distribution of gray and white matter in human cerebral hemispheres.* Science 207: 1.226-1.228, 1980.

63. Goldberg E y Costa LD. *Hemisphere differences in the acquisition and use of descriptive systems.* Brain and Language, 14: 144-173, 1981.

64. Witelson SF. *The brain connection: the corpus callosum is larger in left-handers.* Science, 229: 665-668, 1985.

65. O'kusky J, Strauss E, Kosaka B, Wada J, Li D, Bruhan M y Petrie J. *The corpus callosum is larger with right-hemisphere cerebral speech dominance.* Ann Neurol, 24: 379-383, 1988.

66. Chi JG, Dooling EC y Gilles FH. *Left-right asymmetries of the temporal speech areas of the human fetus.* Arch Neurol, 34: 346-348, 1977.

67. Hécaen H. *Les Gauchers.* Presses Univ de France. París 1984.

68. Scheibel AB. *A dentritic correlate of human speech.* En: Geschwind N y Galaburda AM (ed). *Cerebral dominance: the biological foundations.* Harvard Univ Press, Cambridge (Mass) 1984.

69. Hiscock M y Kinsbourne M. *Asymmetries of selective listening and attention switching in children.* Developmental Psychology 16: 70-82, 1980.

70. Lokker R y Morais J. *Ear differences in children at two years of age.* Neuropsychologia 23: 127-129, 1985.

71. Hiscock M y Kinsbourne M. *Asymmetry of verbal-manual time sharing in children: a follow-up study.* Neuropsychologia 18: 151-162, 1980.

72. Segalowitz SJ y Chapman JS. *Cerebral asymmetry for speech in neonates: a behavioral measure.* Brain and language 9: 281-288, 1980.

73. Ingram D. *Motor asymmetries in young children.* Neuropsychologia 13: 95-102, 1975.

74. Lemay M. *Morphological aspects of human brain asymmetry: an evolutionary perspective.* Trends in Neuroscience, 12: 273-275, 1982.

75. Lemay M y Geschwind N. *Morphological cerebral asymmetries in primates.* En: *Perspectives in primate biology.* Today et Tomorrow, Printers and Publishers, New Delhi 1983.

76. Lemay M. *Radiological, developmental and fossil asymmetries.* En:Geschwind N y Galaburda AM (eds.). *Cerebral dominance. The biological foundations.* Harvard Univ Press, Cambridge (Mass) 1984.

77. Nottebohm F. *Learning, forgetting, and brain repair.* En: Geschwind N y Galaburda AM (eds.). *Cerebral dominance. The biological foundations.* Harvard Univ Press, Cambridge (Mass) 1984.

78. Denenberg VH. *Behavioral asymmetry.* En: Gechwind N y Galaburda AM (eds.). *Cerebral dominance. The biological foundations.* Harvard Univ Press, Cambridge (Mass) 1984.

79. Sherman GF, Galaburda AM y Geschwind N. *Neuroanatomical asymmetries in non-human species.* Trends in Neurosciences, 12: 429-431, 1982.

80. Ettlinger G. *Humans, apes and monkeys: the changing neuropsychological viewpoint.* Neuropsychologia 22: 685-696, 1984.

81. Heffner HE y Heffner RS. *Temporal lobe lesions and perception of species-specpiphic vocalizations by macagnes.* Science, 226: 75-76, 1984.

82. Porak C y Coren S. *Lateral preferences and human behavior.* Springer-Verlarg, New York 1981.

83. Boklage CE. *Twining, handedness and the biology of asymmetry.* En: Geschwind N y Galaburda AM. (eds.). *Cerebral dominance. The biological foundations.* Harward Univ Press, Cambridge (Mass) 1984.

84. Annett M. *The distribution of manual asymmetry.* Br J Psychol, 63: 343-358, 1972.

85. Annett M. *Left, right, hand and brain: the right shift theory.* Lawrence Erlbann, Londres 1985.

86. Bradshaw JL y Nettleton NC. *Human cerebral asymmetry.* Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs, 1983.

87. Bryden MP, Hecaen H y De Agostini M. *Patterns of cerebral organization.* Brain Lang, 20: 249-262, 1983.

88. Kelly DD. *Sexual differentiation of the nervous system.* En: Kandel ER y Schwartz JH (eds.). *Principles of neural science.* Elsevier, Amsterdam 1985.

89. Stores G. *School children with epilepsy at risk for learning and behaviour problems.* Develop Med Child Neurol, 20: 502-508, 1978.

90. Ounsted C, Lindsay J y Richards P. *Temporal lobe epilepsy 1948-1986. A biographical study.* Clinics in Developmental Medicine n.° 103. McKeith Press. Blackwell, Oxford 1987.

91. Rausch R y Walsh GO. *Right-hemisphere language dominance in right-handed epileptic patients.* Arch Neurol, 41: 1.077-1.080, 1984.

92. Powell GE, Polkey CE y Canavan AGM. *Lateralisation of memory functions in epileptic patients by use of the sodium amytal (Wada) Technique.* J Neurol Neurosurg Psychiatry, 50: 665-672, 1987.

93. Petroni MG, Bouquet F, Fabbro F y Cristofori G. *Etude des spécialisations hémispheriques chez les enfants avec épilepsie a pointes rolandiques.).* En: Narbona J y Poch ML (eds.). *Neuropsychologie Infantile: données récentes.* Universidad de Navarra. Symposium International. Pamplona 1987, pp. 290-291.

94. Piccirilli M, D'Alessandro P, Tiacci C y Ferroni A. *Language lateralization in children with bening partial epilepsy.* Epilepsia, 29: 19-25, 1988.

95. Bouquet F, Paci M, Fabbro F y Mammano ML. *Syndrome de Landau-Kleffner au début trés précoce: étude clinique et neuropsychologique de deux cas.* En: Narbona J y Poch ML (eds.). *Neuropsychologie Infantile: données récentes.* Universidad de Navarra. Pamplona 1987, pp. 262-263.

96. Alajouanine TH y Lhermitte F. *Adquired aphasia in children.* Brain, 88: 653-662, 1961.

97. Van Hout A, Evrard P y Lyon G. *On the positive semiology of acquired aphasia in children.* Dev Med Child Neurol, 27: 231-241, 1985.

98. Woods BT y Teuber HL. *Changing patterns of childhood aphasia.* Annals of Neurol, 3: 273-280, 1978.

99. Mattis S, French JH y Rapin I. *Dyslexia in children and young adults: three independent neuropsychological syndromes.* Develop Med Child Neurol, 17: 150-163, 1975.

100. Petrauskas RJ y Rourke BP. *Identification of subtypes of retarded readers: a neuropsychologic, multivariate approach.* J Clin Neuropsychology, 1: 17-37, 1979.

101. Denkla MB. *Childhood learning disabilities.* En: Heilman KM Valenstein E (eds.). *Clinical Neuropsychology.* Oxford Univ Press, Oxford 1979.

102. Duffy FH, Denkla MB, Bartels PH y Sandini G. *Dyslexia: regional differencies in brain electrical activity by topographic mapping.* Annals Neurol, 7: 412-420, 1980.

103. Galaburda AM, Sherman GF, Rosen GD, Aboitiz F y Geschwind N. *Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies.* Annals Neurol, 18: 222-223, 1985.

104. Voeller KS y Armus J. *A comparison of reading strategies in genetic dyslexics and children with right and left brain deficits.* 270-286, 1987.

105. Orton ST. *Reading, writing and speech problems in children.* WW Norton Co. New York 1937.

106. Witelson SF. *Developmental dyslexia: Two right hemispheres and none left.* Science, 195: 309-311, 1977.

107. Narbona J. *Síndrome de inatención-hipercinesia en la infancia: revisión conceptual.* Rev Logop Fonoaudiol, 7: 205-212, 1987.

108. Shaywitz BA, Yager RD y Klopper JH. *Selective brain dopamine depletion in developping rats: an experimental model of minimal brain dysfunction.* Science, 191: 305-308, 1976.

109. Lou HC, Henricksen L, Bruhn P, Borner A y Nielsen JB.*Striatal dysfunction in attention déficit disorder.* Arch Neurol, 46: 48-52, 1989.

110. Elliot D, Weeks DJ y Elliot CL. *Cerebral specialisation in individuals with Down Syndrome,* American J of Mental Retardation, 92: 263-271, 1987.

111. Waber D. *Sex differences in cognition: a function of maturational rate?* Science, 192 a: 29-38, 1976.

112. Waber D. *Neuropsychological aspects of Turner syndrome.* Develop Med Child Neurol, 21: 58-70, 1979.

113. Netley C y Rovet J. *Atypical hemispheric lateralization in Turner syndrome subjects.* Cortex, 18: 377-384, 1982.

114. Netley C y Rovet J. *Hemispheric lateralization in 47, XXY Klinefelter's syndrome boys.* Brain Cognition. 3: 10-18, 1984.

115. Tucker DM y Williamson PA. *Asymmetric neural control systems in human self-regulation.* Psychol Rev 91: 185-215, 1984.

116. Stewart DA, Bailey JD, Netley CT, Rovet J y Park E. *Growth and development from early to midadolescence of children with X and Y chromosome anenploidy.* En: Ratcliffe SG y Paul N. *Prospective studies on children with sex chromosome ancuploidy.* Birth Defects: original article series. Allan Liss, inc. New York 1986, pp. 119-182.

117. Narbona J, Poch Olive ML, Polaino-Lorente A. *Autismo infantil y Síndrome de Rett: algunos problemas neurobiológicos y una aportación casuística.* Anales de Psiquiatría, 3: 251-258, 1987.

118. Heir D, Le May M y Rosenberger P. *Autism and unfavourable left-right asymmetries of the brain.* Autism Develop Disorders, 9: 153-159, 1979.

119. Tsai L, Jacoby C y Stewart M. *Unfavourable left-right asymmetries of the brain and autism: a question of methodology.* Birtish J Psychiatry, 140: 312-319, 1982.

120. Arnold G y Schwartz S. *Hemispheric lateralization of language in autistic and aphasic children.* J Autism Develop Disorders, 13: 129-139, 1983.

121. Damasio H, Maurer RG, Damasio AR y Chui C. *Computerized tomographic scan findings in patients with autistic behaviour.* Arch Neurol, 37: 504-510, 1980.

122. Voeller KKS. *Right hemisphere deficit syndrome in children.* Amer J Psychiatr, 143: 1.004-1.009, 1986.

123. Aird A y Gastaut Y. *Occipital and posterior electroencephalographic rhythms.* EEG Journal, 11: 637-656.

124. Oller-Daurella L y Massó-Subirana E. *Semiología clínica y EEG de la lateralidad preferencial.* VIII Congreso Nacional de Neuropsiquiatría. Libro de Ponencias, pp. 165-207. Madrid 1965.

125. Geschwind N y Galaburda AM. *Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations and pathology I: An hypothesis and a program of research.* Arch Neurol, 42: 428-459, 1985.

126. Geschwind N y Galaburda AM. *Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations and pathology II: A hypothesis and a program of research.* Arch Neurol, 42: 521-552, 1985.

127. Pennington BF, Smith SD, Kimberling WS, Green PA y Haith MM. *Left-handedness and inmune disorders in familial dyslexics.* Arch Neurol, 44: 634-639, 1987.

128. Riviere A. *Interacción y símbolo en autistas.* Infancia y Aprendizaje, 9: 3-25, 1983.

FUNCTIONAL BRAIN LATERALIZATION. NEUROBIOLOGICAL AND CLINICAL ASPECTS IN CHILDHOOD

Summary

Anatomical and functional evidences of cerebral hemispheric assymmetries are reviewed in refference to fetal life, infancy and childhood. In general, left hemisphere deals with linguistic-sequenced-analitic-logic-deductive cognitive processing, whereas the right hemisphere is involved in spatial-simultaneous-inductive-intuitive tasks; attention and interactional functions predominate on the right hemisphere, too. The clinical and technological means to diagnose the functional lateralization in individual patients are discussed. A critical review is made of abnormal lateralizations and interhemispheric supplencies in various neuropsychiatric conditions of childhood: learning disabilities, epilepsy, attention deficit disorder, mental deficiency with chromosomopathies and infantile autism.