

ASIMETRIA FUNCIONAL CEREBRAL EVALUADA POR EL TEST ATENCIONAL DE CANCELACION

RICARDO F. ALLEGRI^{1,2}, PAULA HARRIS¹, SANDRA RYMBERG², FERNANDO E. TARAGANO¹, JOAQUIN PAZ¹¹ Servicio de Investigación y Rehabilitación Neuropsicológica, SIREN CEMIC; ² Servicio de Neurología, Hospital Municipal A. Zubizarreta, Buenos Aires

Resumen La dominancia cerebral ocupa un papel relevante en el desarrollo y en la clínica de los trastornos neuropsicológicos. La asimetría funcional hemisférica se manifiesta en la mayoría de las áreas cognitivas, así por ejemplo, la atención selectiva es dirigida primariamente por el hemisferio derecho. El objetivo de nuestro trabajo fue estudiar, en sujetos normales, la preferencia por la utilización de un hemiespacio (preferencia operativa espacial), así como su posible relación con factores innatos y culturales. Fueron evaluados 41 sujetos diestros y 14 zurdos con lengua materna (LM) castellana, y 16 individuos diestros con LM hebrea (testeados en Israel) apareados por edad y educación. Para estudiar la preferencia operativa espacial se utilizó una versión modificada del "Test de Cancelación de Mesulam". En los sujetos diestros con LM castellana se observó una preferencia por el hemiespacio izquierdo ($p < 0.001$). La misma también estaba presente, aunque en forma menos marcada, en los sujetos zurdos. En los individuos con LM hebrea se observó que desaparecía la asimetría derecha/izquierda. Esta asimetría operacional hemiespacial es comparable a la asimetría existente en otras funciones cerebrales. Este fenómeno podría deberse quizás a factores genéticos (zurdos menor asimetría), y estaría también sujeto a influencias culturales (idiomas que se escriben de derecha a izquierda menor asimetría).

Abstract *Evaluation of hemispatial dominance by the cancellation test.* Our objective was to study cultural (first language) and innate (handedness) influences on the performance (omissions, site of beginning) of the cancellation test. We studied 71 healthy subjects aged between 18 and 52 years. There were 41 right-handed and 14 left-handed with Spanish as first language in Buenos Aires study site, and 16 right-handed with Hebrew as first language in Israel study site, matched by age and education. We used the Mesulam verbal and non verbal cancellation test, and a modified verbal version in hebrew letters. Omissions in the right side were more frequent in right-handed Spanish-speaking subjects ($p < 0.001$). We did not find this asymmetry in the individuals from Israel. While all right-handed Spanish-speaking subjects began the test by the left upper corner, most of the left-handed did it by the right upper corner. We conclude that asymmetry in the performance of the cancellation test may have genetic and/or cultural influences.

Key words: cancellation test, handedness

El concepto de dominancia cerebral entendido en sentido amplio, como organización funcional diferencial de los dos hemisferios cerebrales, tiene una importancia fundamental en la investigación de los trastornos neuropsicológicos. Esta asimetría funcional, característica de la especie humana, implica la existencia de "dos cerebros" morfológica y funcionalmente diferentes. El hemisferio izquierdo es, en el 96% de los sujetos diestros y en el 70% de los zurdos¹, responsable de las capacidades lingüísticas y de la lateralidad manual. Por otro lado, el hemisferio derecho participa en tareas perceptuales complejas, en el comportamiento emocional, en ciertos aspectos paralingüísticos de la comunicación y en la distribución espacial de la atención².

El término atención es usado en forma genérica para designar los mecanismos involucrados en seleccionar las partes relevantes del espacio extrapersonal, y su alteración produce la hemi-inatención o heminegligencia. Existen evidencias clínicas y experimentales del rol del hemisferio derecho en la dirección de la atención^{2,3}. Desde el punto de vista clínico esta "heminegligencia" o dificultad en responder a un estímulo presentado del lado opuesto a la lesión, es mucho más frecuente cuando se trata de una lesión que involucra el hemisferio derecho. Estudios experimentales demostraron una desincronización del trazado electroencefalográfico en el hemisferio derecho ante la estimulación indistinta de uno de los dos hemicampos visuales, mientras que la desincronización electroencefalográfica izquierda se observa únicamente tras la estimulación del hemicampo derecho⁴. En forma similar estudios realizados con tomografía por emisión de positrones, muestran que el hemisferio izquierdo es activado por estímulos

Recibido: 19-VIII-1997

Aceptado: 31-III-1998

Dirección postal: Dr. Ricardo F. Allegri, SIREN-CEMIC, Galván 4102, 1431 Buenos Aires, Argentina. Fax: 54-1-543-4240

contralaterales y el hemisferio derecho por estímulos bilaterales⁵. Estas observaciones sugieren que el hemisferio cerebral derecho contiene las unidades neurales necesarias para la modulación de la atención en ambos hemiespacios, mientras que el izquierdo sólo contiene unidades que controlan el hemiespacio derecho. Clásicamente el estudio de la heminegligencia se hace a través de test de cancelación de letras o signos no lingüísticos².

El objetivo del presente trabajo fue estudiar en sujetos normales la preferencia operativa espacial (utilización preferencial de un hemiespacio) mediante una modificación del test de cancelación de Mesulam², establecer si ésta responde a factores innatos o adquiridos culturalmente y determinar su posible relación con la dominancia cerebral y la teoría atencional de Weintraub y Mesulam³.

Material y métodos

Para estudiar la posible participación de *factores innatos* en la preferencia operacional espacial, fueron evaluados sujetos diestros y zurdos. Para evaluar el efecto de *influencias culturales* sobre este parámetro, fueron examinados sujetos de lengua materna castellana (escritura de izquierda a derecha) y sujetos de lengua materna hebrea (escritura de derecha a izquierda).

Fueron evaluados en la República Argentina 55 estudiantes universitarios sanos, con idioma materno castellano (41 diestros y 14 zurdos) y en Israel 16 sujetos normales diestros con idioma materno hebreo e inglés como segunda lengua (ver Tabla 1).

Fueron excluidos todos aquellos sujetos con antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas y los que estuvieran tomando medicamentos con efecto sobre el Sistema Nervioso Central.

Los sujetos fueron divididos en 4 grupos: grupo 1 (n = 14) conformado por sujetos argentinos zurdos, grupo 2 (n = 27) sujetos argentinos diestros que comenzaron la prueba con el protocolo verbal, grupo 3 (n = 14) sujetos argentinos diestros que comenzaron la prueba con el protocolo no verbal, y grupo 4 (n = 16) sujetos israelíes que utilizaron el protocolo verbal en hebreo.

La preferencia de los sujetos normales en la utilización de un hemiespacio fue estudiada mediante una modificación del "Test de Cancelación"². Este test es utilizado para estudios de hemi-inatención o heminegligencia. El mismo tiene dos protocolos: uno verbal (letras) y uno no verbal (figuras), con 30 estímu-

los claves (letra "A" en el protocolo verbal y "semi-sol" en el no verbal) entre 187 estímulos randomizados distribuidos en cada mitad de una hoja de 20 cm por 26 cm (Fig. 1 a y b). Las instrucciones son similares en ambos tests. Se coloca la hoja delante del paciente, alineando el centro de la hoja con la línea media del paciente. No se le permite mover la hoja. Se le indica marcar con un lápiz los estímulos claves (letra "A" o "semi-sol") que encuentren en la hoja. Para no inducir la estrategia de búsqueda, se debe escribir o dibujar el estímulo clave a buscar en una hoja separada. Se le informa que se le irá cambiando el lápiz de color a medida que progresa la prueba (esto es para tener el sitio de origen y la progresión). Cuando el paciente marca el primer estímulo se comienza a registrar el tiempo. La modificación de la versión original² consistió en la reducción del tiempo de la tarea a 30 segundos (por protocolo), a fin de poder evidenciar claramente el lugar de inicio y progresión de la búsqueda, así como las omisiones cometidas (cantidad de estímulos claves que no fueron marcados en cada hemiespacio). Se agregó un protocolo en letras hebreas para los individuos de Israel. El puntaje fue asignado de acuerdo a la cantidad de omisiones en cada mitad del protocolo (izquierda o derecha).

La dominancia manual fue evaluada mediante el test de Edimburgo⁶.

Método estadístico: Las diferencias existentes entre los distintos grupos fueron analizadas por medio de la prueba "t" de Student (modificación de Bonferroni) y por la prueba de "chi cuadrado" (variables no numéricas) utilizando el programa BMDP⁷. Una p < 0.05 fue considerada como estadísticamente significativa.

Resultados

Los grupos estaban apareados por edad y nivel de escolaridad (ver Tabla 1). En los *sujetos diestros con lengua materna castellana* (n = 27) analizamos los estímulos omitidos en cada hemiespacio de los 2 protocolos (verbal y no verbal) (ver Tabla 2).

En este grupo de pacientes el lugar de comienzo de la prueba fue el hemiespacio izquierdo en el 96% de ambos protocolos (p < 0.001).

Ambos resultados (menor número de omisiones y lugar de inicio) muestran una clara preferencia por la utilización del hemiespacio izquierdo.

No se observaron diferencias significativas entre los protocolos verbales y no verbales en cada hemiespacio (p = no significativa).

TABLA 1.- Características demográficas de la población

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	"t" test
Número de sujetos	14	27	14	16	
País de origen	Argentina	Argentina	Argentina	Israel	
Dominancia manual	zurdos	diestros	diestros	diestros	
Protocolo inicial	verbal	verbal	no verbal	hebreo	
Edad (años)	27 ± 3	27 ± 8	25 ± 3	29 ± 9	p = NS
Escolaridad (años)	16 ± 3	16 ± 1	18 ± 2	16 ± 2	p = NS

Los valores de edad y escolaridad están expresados en media ± desvío estándar

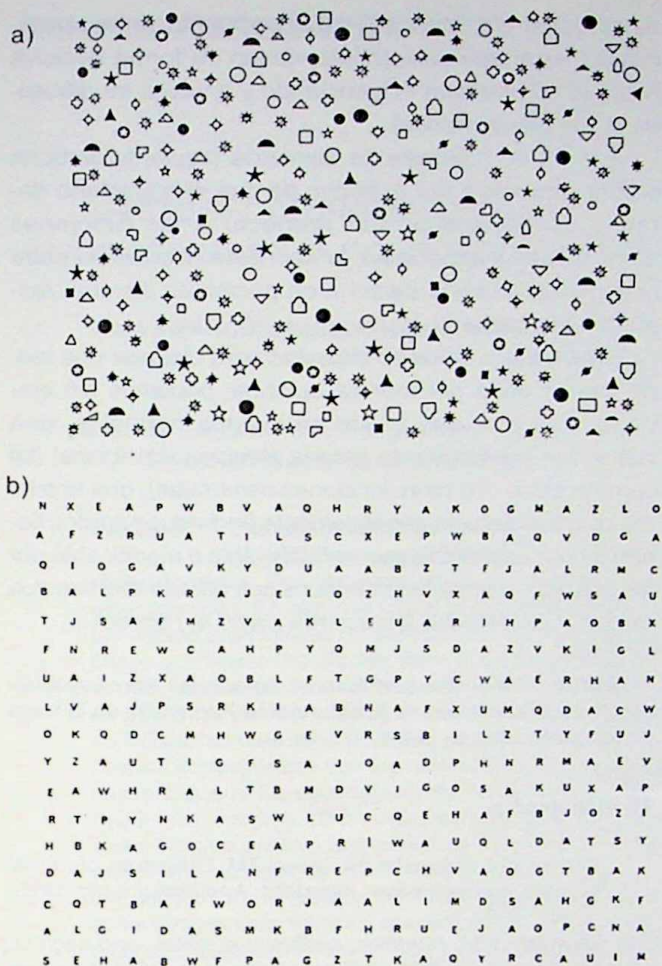


Fig. 1.- Protocolos verbal (a) y no verbal (b) del test de cancelación².

TABLA 2.- Estímulos omitidos en el hemiespacio derecho e izquierdo en sujetos diestros con lengua materna castellana

	Estímulos omitidos en		"t" student
	hemiespacio izquierdo	hemiespacio derecho	
Protocolo verbal	10.9 ± 6.1	22.9 ± 6.6	p < 0.001
Protocolo no verbal	9.0 ± 6.6	19.2 ± 6.7	p < 0.001

Los valores están expresados en media ± desvíos estándar

Si comparamos los protocolos de diestros y zurdos con LM castellana notamos que en los zurdos existe una menor asimetría tanto en las omisiones como en el inicio de la búsqueda (ver Tabla 3).

El estudio entre los protocolos de los sujetos diestros con lengua materna castellana y los de diestros con lengua materna hebrea demostró una gran asimetría en primer grupo (Argentinos) y ausencia de asimetría en el segundo grupo (Israelíes). El lugar de comienzo de la prueba fue también significativa-mente diferente (ver Tabla 4).

TABLA 3.- Resultados de sujetos diestros (n = 27) y zurdos (n = 14) con lengua materna castellana

	Sujetos diestros	Sujetos zurdos	
Estímulos omitidos en			
hemiespacio izquierdo	10.9 ± 6.1	12.6 ± 7.5	p = NS
hemiespacio derecho	22.9 ± 6.6	17.0 ± 6.2	p < 0.001*
Sujetos que iniciaron la prueba en el hemiespacio izquierdo (en porcentaje)	96%	71%	p < 0.05 **

Los valores de los estímulos omitidos están expresados en media ± desvío estándar * p derivada del test "t"; NS = no significativo; ** p derivada del chi cuadrado

TABLA 4.- Resultados del test de cancelación en sujetos diestros argentinos (n = 27) e israelíes (n = 16)

	Protocolo en castellano	Protocolo en hebreo	
Estímulos omitidos en			
hemiespacio izquierdo	10.9 ± 6.1	17.9 ± 6.6	p = < 0.01*
hemiespacio derecho	22.9 ± 6.6	19.6 ± 4.8	p = NS
Sujetos que iniciaron la prueba en el hemiespacio izquierdo (en porcentaje)	96%	56.3%	p < 0.001**

Los valores de los estímulos omitidos están expresados en media ± desvío estándar * p derivada del test "t"; NS = no significativo; ** p derivada del chi cuadrado

En conclusión: 1) en los sujetos normales existe, en el test de cancelación, una preferencia operacional por un hemiespacio (mayor utilización); 2) los sujetos diestros manuales tienen el mayor grado de asimetría, con una clara preferencia atencional-intencional hacia el lado izquierdo; 3) en los sujetos zurdos manuales se mantiene la asimetría aunque en menor grado; 4) las variables culturales como el idioma (hebreo) modifican esta asimetría.

Discusión

Un conjunto de procesos neurológicos, englobados bajo el término de "atención", son responsables de dirigir el foco de la conciencia hacia la parte relevante del espacio extrapersonal mientras se inhibe la intrusión de los otros estímulos distractores³. Según Mesulam² este proceso atencional se divide en dos tipos: la "atención tónica", responsable de la vigilancia y concentración y la "atención selectiva" que se ocupa de dirigir el foco de la atención hacia los aspectos relevantes del espacio sen-

sorial extrapersonal. Esta "atención selectiva", cuya alteración produce la heminegligencia, tendría un aspecto sensorial (atención hacia los estímulos-atención atencional) y un aspecto motor (tendencia a dirigir los movimientos en un hemiespacio-atención intencional).

Los resultados confirman que en los sujetos diestros existe un claro predominio de la dirección de la atención intencional hacia el hemiespacio izquierdo. Esto podría deberse a una predisposición genética y/o a factores culturales como la escritura. Asimismo, esta asimetría ha sido vinculada a la mayor habilidad de uno de los dos hemisferios para procesar cierta clase de información^{9, 10}. Otros investigadores han atribuido la preeminencia de la mano derecha en las pruebas motoras a una superioridad del hemisferio izquierdo para el procesamiento secuencial¹¹.

El hecho de que los zurdos mostraran una preferencia espacial menor y/o invertida podría interpretarse como resultante de una mayor facilidad por parte de los diestros para escribir de izquierda a derecha y de los zurdos para escribir de derecha a izquierda (sin embargo, sólo el 29% de los zurdos evaluados iniciaron la búsqueda por la derecha).

Annett ha propuesto un modelo hereditario mendeliano con un alelo de predominancia derecha dominante y un alelo de predominancia izquierda recesivo. Esta teoría admite la zurdería también como una mutación genética¹².

La preferencia manual, sin embargo, parece depender de mecanismos plásticos y, por lo tanto, estaría determinada de manera decisiva por la educación y el aprendizaje. Este hecho tiene mucha relevancia en este "mundo de diestros".

Por otro lado, las diferencias de los modelos gráficos de escritura propios de cada pueblo (de izquierda a derecha: castellano, inglés, francés, entre otros; de derecha a izquierda: hebreo, armenio, etc; de arriba hacia abajo: chino) podrían postularse como factor adquirido/cultural interviniente. ¿Podría esto jugar un rol determinante sobre la preferencia hemiespacial como el que el aprendizaje "forzado" ejerció sobre la dominancia manual?

Para estudiar la injerencia del factor cultural sobre esta preferencia espacial, se eligió el idioma hebreo (escritura derecha/izquierda) como modelo de aprendizaje diferente/opuesto al idioma castellano. Los resultados obtenidos en los protocolos de los sujetos israelíes fueron estadísticamente diferentes de los que se observaron en los diestros de nuestro medio: en los primeros, la asimetría prácticamente desapareció (omisiones izquierda = 17.9 ± 5.6 , omisiones derechas = 19.6 ± 4.8) y el inicio de la prueba, si bien no se invirtió, no mostró una referencia neta (56.3%). Esta pérdida de la asimetría podría deberse a que los estudiantes universitarios israelíes, tal como dijimos al comienzo, hablaban el hebreo y el inglés, habiendo estado pues sometidos a un aprendizaje doble (escritura derecha izquierda e izquier-

da derecha). Ya Provins¹³, había postulado que el aprendizaje y el entrenamiento intervienen de forma decisiva hasta la edad adulta influenciando y a veces modificando la asimetría manual.

A título de hipótesis, la asimetría izquierda/derecha podría explicarse por el hecho de que el hemisferio derecho es dominante con respecto a las funciones atencionales y espaciales; la frecuente asociación entre negligencia y lesión derecha en pacientes diestros respalda esta teoría²⁻⁴.

Si bien estos datos no alcanzan para elaborar una teoría acerca de la dominancia cerebral, podemos sin embargo destacar que existe en sujetos normales, una lateralidad predominante para la atención intencional (tal como sucede con otras funciones cerebrales), que la misma es condicionada genéticamente (individuos zurdos tienen menor asimetría), pero influenciada o modificable por las prácticas culturales (individuos que utilizan idiomas que escriben de derecha a izquierda como el hebreo).

Agradecimientos: Los autores agradecen muy especialmente la colaboración de la Lic. Andrea Kaplansky en la toma de los protocolos en Israel.

Bibliografía

1. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Essentials of neural science and behaviour. Stanford: Appleton y Lang 1995; p. 347: 363.
2. Mesulam MM. Attention, confusional states, and neglect. In: Mesulam MM (editor) Principles of behavioral Neurology, Philadelphia: F.A. Davis Company, 1985.
3. Weintraub S, Mesulam MM. Neglect: hemispheric specialization, behavioral components and attentional correlates. In: Boller F, and Grafman J (eds). Handbook of Neuropsychology, vol 2 Holland: Elsevier 1990.
4. Heilman KM, Van Den Abell T. Right hemisphere dominance for attention: the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology* 1980; 30: 327-30.
5. Reivich M, Alavi A, Gur RC. Positron emission tomographic studies of perceptual tasks. *Ann Neurol* 1984; 15: (Suppl) S61-S65.
6. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness. The Edinburg Inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9: 97-113.
7. BMDP Statistical Software University of California (UCLA), PC 90, 1990.
8. Mesulam MM. Attention and Neglect. In: Syllabus Behavioral Neurology, Annual Meeting American Academy of Neurology 1992.
9. Elliot D, Weeks DJ, Jones R. Lateral asymmetries in finger tapping by adolescents and young adults with Down syndrome. *Am J Mental Def* 1986; 90: 472-5.
10. Taylor HG, Heilman KM. Left hemisphere motor dominance in righthanders. *Cortex* 1980; 16: 587-603.
11. Todor JI, Kyprie PM, Price HL. Lateral asymmetries in arm, wrist and finger movements. *Cortex* 1982; 18: 515-23.
12. Annett M. A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. *Nature* 1964; 204: 59-60.
13. Provins KA. The effect of training and handedness on performance of two simple motor tasks. *Quart J Exp Psychol* 1958; 10: 29-39.