

# Funciones visuomotoras e inteligencia posterior al tratamiento del estrabismo. Segunda fase

Silvia Moguel-Ancheita,\* Susana Ramírez-Sibaja,\*\* Sergio Abraham Reyes-Pantoja,\* Luis Porfirio Orozco-Gómez\*

## Resumen

**Introducción:** Se han demostrado alteraciones en diferentes funciones cerebrales en niños con estrabismo. Consideramos que el tratamiento oportuno de las funciones visuomotoras debe mejorar las áreas ejecutivas de la inteligencia. Objetivo: determinar los cambios en las funciones visuomotoras y en la inteligencia en niños, posteriores al tratamiento del estrabismo.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo, longitudinal, de las condiciones neurovisuomotoras en niños, antes y después del tratamiento del estrabismo. Se aplicaron prueba de la figura humana, prueba gestáltica visuomotora de Bender y pruebas de escala de inteligencia.

**Resultados:** Se estudiaron nueve niños con edad de  $8.7 \pm 2.4$  años, estereopsis de 724 arcosegundos, agudeza visual de  $0.16 \pm 0.15$  logMAR, inteligencia verbal de  $91.1 \pm 11$ , inteligencia ejecutiva de  $86.7 \pm 8$  e inteligencia global de  $91 \pm 10$ . El coeficiente de correlación para inteligencia ejecutiva fue significativo para estereopsis ( $-0.2$ ), agudeza visual ( $-0.1$ ) y Bender ( $-0.1$ ). El resultado en la inteligencia ejecutiva fue más alto que el promedio del valor estadístico pronosticado (88.16 para  $x = 90$ ).

**Conclusiones:** Se demuestra la mejoría en binocularidad y áreas psicoadaptativas relacionadas con la inteligencia ejecutiva posterior al tratamiento del estrabismo y de la ambliopía.

**Palabras clave:** Estrabismo, estereopsis, visuomotor, depresión, inteligencia.

## Abstract

**Background:** Strabismus has been related to different alterations of brain functions and learning in children. Early treatment for visuomotor functions may improve the executive areas of intelligence. We undertook this study to demonstrate changes of visuomotor function and intelligence in children after strabismus treatment.

**Methods:** This is a prospective study of patients with strabismus, before and after treatment. We applied the Human Figure Test, Visuomotor Bender Test, and Intelligence Test.

**Results:** We included nine children with an average age of 8.7 years ( $\pm 2.4$  years). Stereopsis result was 724 arc sec. Visual acuity was  $0.16 \text{ logMAR} \pm 0.15$ . Verbal intelligence was  $91.1 \pm 11$ , executive intelligence (EI) was  $86.7 \pm 8$ , and global intelligence (GI) was  $91 \pm 10$ . Correlation coefficient of EI was significantly related to stereopsis ( $-0.2$ ), visual acuity ( $-0.1$ ) and Bender ( $-0.1$ ). GI results were higher than statistical prognosis (88.16 for  $x = 90$ ).

**Conclusions:** We demonstrated improvement in binocular and psychoadaptive areas related to EI after strabismus and amblyopia treatment.

**Key words:** Strabismus, stereopsis, visuomotor, depression, intelligence.

\* Servicio de Oftalmología.

\*\* Coordinación de Pediatría.

Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, México, D. F.

*Correspondencia:*

Silvia Moguel-Ancheita.  
San Francisco 1626-605, Col. Del Valle,  
Del. Benito Juárez,  
03100 México, D. F.  
Tel./fax: (55) 5335 0176.  
E-mail: smoguel@prodigy.net.mx

Recibido para publicación: 22-02-2010

Aceptado para publicación: 20-07-2010

## Introducción

Las funciones visuales son necesarias para la maduración de la corteza asociativa polimodal y la integración de las formas; la conceptualización del espacio, los contrastes y contornos requiere estrictamente de un sustrato neuroanatómico de binocularidad y correlación interhemisférica. La percepción de la imagen tridimensional es completada en las áreas estriada y extraestriada cortical y enviada a múltiples zonas sensoriales y motoras para la adquisición de habilidades y conocimientos que serán resguardados en las áreas de la memoria. Estos recuerdos, conocimientos y experiencias

determinan las capacidades intelectuales de la persona. Las funciones ejecutivas se inician desde los primeros meses de vida y están relacionadas con el proceso de configuración y maduración cerebral de la corteza prefrontal hasta la adolescencia, y en algunas áreas asociativas hasta aproximadamente los 18 años. Su ineficacia puede provocar un mal desarrollo o dificultades en el aprendizaje.<sup>1,2</sup>

En una investigación previa demostramos los bajos niveles de inteligencia, especialmente de la ejecutiva, relacionados con defectos en las habilidades visuomotoras, así como los cambios depresivos en niños con estrabismo recurrente, mala visión y pérdida de la binocularidad al presentarse su presión. Los resultados del grupo fueron inteligencia verbal de  $89.8 \pm 11$ , inteligencia ejecutiva de  $84.7 \pm 10$  e inteligencia global de  $88.1 \pm 12$ , que califican para un nivel “normal torpe”. El análisis de correlación entre dos matrices para prueba de Bender y estereoagudeza = 0.35 y Santucci y estereoagudeza = 0.89, demostró relación entre la mala función visuomotora y la falla estereoscópica.<sup>3</sup>

Para la segunda fase los pacientes recibieron tratamiento para la corrección del estrabismo recurrente que afectaba su binocularidad, se realizó rehabilitación visual y se aplicó el tratamiento motor necesario para cada caso. La respuesta al tratamiento fue revisada mediante la aplicación de las mismas pruebas adaptadas a la edad de los pacientes y posteriormente los resultados fueron analizados estadísticamente.

## Material y métodos

Estudio prospectivo, longitudinal, abierto y observacional realizado del 1 de febrero de 2008 al 1 de febrero de 2009 en niños con estrabismo recurrente atendidos en un centro médico de tercer nivel de atención a la salud, con nivel socioeconómico medio. En la primera fase del estudio se valoró el estrabismo, la ambliopía, las habilidades visuomotoras, los fenómenos depresivos y los niveles de inteligencia en niños sin retraso psicomotor diagnosticado, sin aparente daño neurológico, tratados por estrabismo y, por lo tanto, con la información previa sensoriovisual a la recaída del estrabismo. La agudeza visual fue registrada en unidades logMAR y se empleó la prueba de Worth para determinar como positiva o negativa la presencia de binocularidad. La estereopsis fue evaluada con prueba de Titmus: buena, 20 a 80 arcosegundos; regular, 100 a 400 arcosegundos; gruesa, 600 a 1200 arcosegundos. Los instrumentos psicológicos de diagnóstico aplicados fueron la prueba de la figura humana, la prueba gestáltica visuomotora de Bender y la escala de inteligencia de Weschler (WISC-R y WPPSI). Se instituyó tratamiento para mejoría de la ambliopía y del estrabismo, posterior al cual el mismo profesional que aplicó las pruebas por primera vez las aplicó por segunda vez.

Los resultados fueron calificados en unidades de 10 para evaluación de Bender, Santucci y Koppitz por un evaluador independiente para ambas fases del estudio, y analizados por pruebas de correlación para muestras relacionadas con el programa SPSS versión 15.0 para análisis visuomotor de ángulos, orientación y posición. Los resultados finales fueron expuestos a estadísticas de coeficiente de correlación, *t* de Student y análisis estadístico de pronóstico.

## Resultados

Se estudiaron nueve pacientes evaluados previamente con los registros sensoriovisuales ante la recaída del estrabismo, cinco del sexo masculino y cuatro del femenino, con edad de  $8.7 \pm 2.4$  años (cuadro I). La edad visuomotora según la evaluación de Koppitz fue de  $8 \pm 2.5$  años, seis niños con edad visuomotora correspondiente a su edad cronológica y tres por debajo de ella (figura 1). Los estrabismos diagnosticados (en algunos pacientes más de uno) fueron endotropía recurrente en cuatro, exotropía en dos, estrabismo disociado en cinco, de los cuales en tres se trató de desviación vertical disociada y en dos de desviación horizontal disociada; así como anisotropías en “V” y “A” en ocho, que ocasionaban hipertropía en dos (cuadro I).

Debido al estrabismo recurrente, ocho niños eran supresores y perdieron la estereopsis que tenían antes de la recaída. Se diagnosticó ambliopía leve en uno, mediana en dos y severa en uno. Para la recuperación visual se utilizó penalización óptica con oclusión parcial horaria diaria en ocho niños. El seguimiento fue de 8.5 meses, con rango de cuatro a 12 meses.

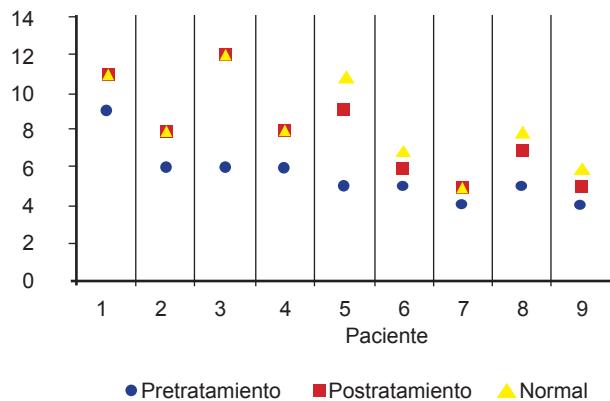
En cuanto a la respuesta al tratamiento, en cuatro pacientes se logró mejoría del estrabismo con la penalización, en dos con exotropía se agregaron lentes negativos y cuatro requirieron cirugía para estrabismo. Respecto a la visión, antes del tratamiento el promedio era de 0.30 logMAR para el ojo derecho y de 0.34 logMAR para el izquierdo; después del tratamiento fue de 0.13 logMAR para el ojo derecho y de 0.17 logMAR para el izquierdo. La fusión y binocularidad demostrada por la prueba de Worth fue positiva en los nueve niños, con recuperación de algún grado de estereopsis, la cual fue buena en tres, mediana en uno y gruesa en cinco, con promedio  $724 \pm 60$  arcosegundos.

El resultado de la inteligencia verbal fue de  $91.1 \pm 11$ , de la inteligencia ejecutiva de  $86.7 \pm 8$  y de la inteligencia global de  $91 \pm 10$ . La inteligencia global antes y después del tratamiento se calificó como torpe en seis a dos casos, media en dos a seis casos, brillante en un caso antes de la cirugía y en uno, que no fue el mismo paciente, después. El resultado de la evaluación de Bender fue de  $33.3 \pm 11$ , en la evaluación de Santucci de  $21.8 \pm 12$  y en la de Koppitz de  $8.5 \pm 8.6$ .

**Cuadro I.** Diagnósticos de estrabismo, visión, fusión y estereopsis, antes, a la recaída y después del tratamiento

N.º caso	Edad (años)	Estrabismo previo al tratamiento	Visión previa al tratamiento	Visión posterior al tratamiento	Fusión a la recaída del estrabismo	Fusión posterior al tratamiento	Estereopsis previa a la recaída del estrabismo	Estereopsis posterior al tratamiento	Estrabismo de recaída
			(logMAR) OD/OI	(logMAR) OD/OI			recaída del estrabismo	posterior al tratamiento	
1	11	ET congénita	0.4/0.1	0.2/0.1	-	+	400	400	DVD + V
2	8	ET congénita	0.2/0.6	0.2/0.4	-	+	0	1200	ET + HT + V
3	13	XT intermitente	0.2/0.2	0/0	-	+	100	20	HT + V
4	8	XT + V	0/0	0/0	+	+	50	50	XT + V
5	11	DHD en XT	0.2/0.3	0/0.20	-	+	0	1200	DHD + ET + A
6	7	ET congénita	0/0.1	0/0	-	+	0	1200	ET + DVD + V
7	5	ET congénita	0.4/0.4	0.3/0.3	-	+	0	1200	ET
8	8	DHD en XT	0.5/0.6	0/0.2	-	+	80	50	DHD EN XT + A
9	9	ET congénita	0.8/0.8	0.5/0.4	-	+	0	1200	ET + DVD + V

OD = ojo derecho, OI = ojo izquierdo, ET = endotropía, DVD = desviación vertical disociada, DHD = desviación horizontal disociada, XT = exotropía, A, V = patrones anisotrópicos, HT = hipertropía.



**Figura 1.** Edad visuomotora en cada caso, antes del tratamiento (círculo), después (cuadro) y conforme la cronología (triángulo).

El coeficiente de correlación entre habilidad visuomotora (calificación de Bender) y agudeza visual mantuvo una relación lineal (0.5). El coeficiente de correlación para inteligencia ejecutiva fue negativa para estereopsis (-0.2), agudeza visual (-0.1) y Bender (-0.1), representando una correlación fuertemente significativa. Se registró una correlación importante entre inteligencias ejecutiva y verbal (0.74). Esto implica que a mejor capacidad visual, mejor estereopsis y mejor

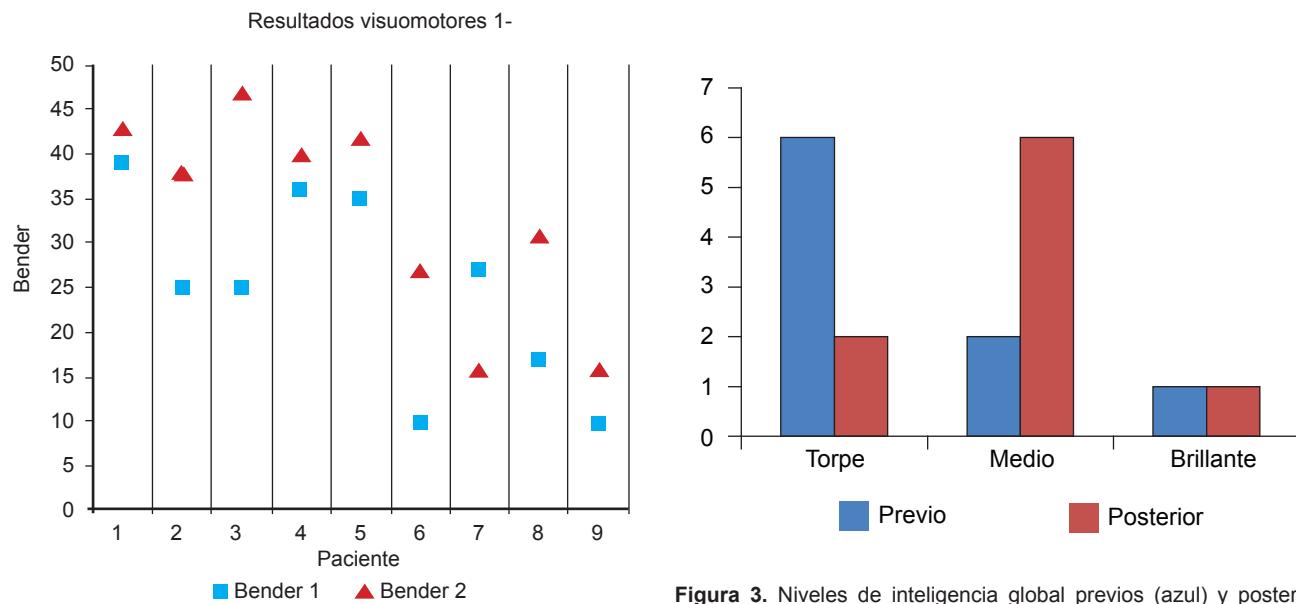
inteligencia ejecutiva. El análisis estadístico de pronóstico de inteligencia global (88.16 para  $x = 90$ ) fue más alto ( $91 \pm 10$ , varianza 101), con rangos de 80 a 115 y los diagnósticos fueron inteligencia normal media en seis niños, normal torpe en dos y normal brillante en uno. La prueba t de Student demostró valor estadístico entre los valores de la calificación de Bender y de Koppitz, antes y después del tratamiento. En la evaluación de Santucci los valores fueron estadísticamente significativos en la mejoría sobre el análisis de orientación de objetos y menores en la percepción de ángulos e integración de los objetos (cuadro II y figuras 2 y 3).

## Discusión

En diversos estudios se ha identificado que los niños con déficit visual y estrabismo tienen alteraciones múltiples y trastornos específicos, incluyendo alteraciones del lenguaje, trastorno del aprendizaje no verbal, déficit de atención/hiperactividad, y es posible observar que el daño deje de ser localizado a una función neurosensorial para repercutir en habilidades motoras, visuoespaciales, lingüísticas y, finalmente, en los diferentes tipos de memoria y desarrollo de estrategias.<sup>4-7</sup> En los pacientes con déficit de atención es difícil definir cuál es la secuencia inicial, sin embargo,

**Cuadro II.** Cifras comparativas de edad visual, inteligencia ejecutiva, inteligencia global y resultado de la prueba de Bender visuomotora, previas y posteriores al tratamiento del estrabismo

Caso	Edad visual		Inteligencia ejecutiva		Inteligencia global		Bender	
	Previa	Posterior	Previa	Posterior	Previa	Posterior	Previa	Posterior
1	9	11	112	90	119	90	39	43
2	6	8	80	101	80	115	25	38
3	6	12	80	80	80	80	25	47
4	6	8	82	90	89	90	36	40
5	5	9	80	80	86	89	35	42
6	5	6	80	80	80	86	10	27
7	4	5	80	98	89	98	27	16
8	5	7	90	80	90	87	17	31
9	4	5	79	82	80	84	10	16



**Figura 2.** Valores de la prueba visuomotora de Bender en cada caso, antes del tratamiento (Bender 1, cuadro) y después (Bender 2, triángulo).

parece claro que los trastornos del neurodesarrollo influyen negativamente en la inteligencia y, a su vez, la baja capacidad intelectual potencia los problemas del neurodesarrollo. Al igual que en los pacientes con déficit de atención se encuentran importantes disfunciones ejecutivas, en los pacientes con mal desarrollo visual pueden identificarse defectos de atención, alteraciones en la memoria de trabajo y déficit de inhibición de respuesta. También es posible que, al igual que en los pacientes con diagnóstico de capacidad de inteligencia límite, los niños con disfunción binocular y estrabismo ante la estimulación neurovisual puedan mejorar en la memoria de trabajo, en la capacidad de inhibición

de respuesta e incluso en el aprendizaje global, incluyendo el lingüístico-verbal, considerado dentro de las fallas diagnósticas de dislexia, como hemos visto en nuestros pacientes.<sup>8-12</sup>

Con base en los resultados del estudio, antes del tratamiento los pacientes tuvieron un nivel de inteligencia global “torpe” y después del tratamiento mostraron mejor desarrollo de las funciones visuomotoras, mayor confianza durante la ejecución de las mismas y mejoría en la percepción de su persona. Los niveles de inteligencia global fueron de nivel medio y esta mejoría se encontró relacionada especialmente con la recuperación de la binocularidad. Pro-

bablemente las funciones estereoscópicas se relacionen con el trabajo de trazos finos, sin embargo, la recuperación de la binocularidad representa la mejor funcionalidad simultánea de ambos hemisferios cerebrales. El conocimiento más reciente sobre las funciones hemisféricas demuestra su actividad complementaria para todas las tareas. El hemisferio izquierdo es superior en el análisis y procesa mejor la información unisensorial; el hemisferio derecho procesa mejor la información nueva, compleja y polimodal, es necesario para el mantenimiento de la atención, expresión, interpretación emocional, competencia social, expresiones no verbales del lenguaje, reconocimiento visual y procesamiento de la información visuoespacial. Sin embargo, muchas funciones requieren la información aportada por el hemisferio izquierdo para su integración y almacenado y la participación integrada bilateral de ganglios basales, tálamo, cortezas asociativas y cerebro.<sup>4</sup>

La memoria de trabajo se integra de los siguientes subcomponentes diferenciados: el bucle fonológico, la agenda visuoespacial, el ejecutivo central y el “buffer” episódico. El bucle fonológico es un proceso basado en el repaso articulatorio, por ejemplo, mientras se leen estas líneas hay un proceso subvocal, requerido para procesar la información. Además del elemento visual, con el uso de la agenda visuoespacial que mantiene y manipula las imágenes, el ejecutivo central controla y selecciona estrategias para realizar las tareas cognitivas de la memoria de trabajo; finalmente, el “buffer” episódico combina la información fonológica-visual con la memoria de largo plazo para recrear una representación multimodal y temporal de la nueva situación.

En las pruebas de inteligencia y visuoespaciales posteriores a la recuperación de la binocularidad aplicadas en los pacientes aquí descritos, en el área neurovisuomotora la capacidad de integración de las formas mostró un mejor desempeño general, menor grado de interrupciones en el trazo fino, tamaño más uniforme, mejor percepción de los diseños y menos alteraciones perceptuales. Esto correspondió con mejoría en la edad visuomotora, acorde con la edad en seis pacientes; aunque hubo mejoría en los tres restantes, todavía se encontraron por debajo de su edad cronológica. Antes del tratamiento, ocho de los nueve pacientes se encontraban por debajo de su edad cronológica (edad visuomotora de 5.5 años y edad cronológica de 6.8 años); después del tratamiento, la edad visuomotora fue de 8 años para una edad cronológica de 8.7 años. Dos pacientes permanecían con alteraciones específicas del aprendizaje al término del estudio.

En el área de personalidad, la mejoría se determinó por un reconocimiento más integral y positivo de la imagen corporal y un entorno notoriamente menos hostil, menor ansiedad y los indicadores de agresividad e irritabilidad se encontraron disminuidos. Los indicadores más relevantes

en este estudio fueron la mayor limpieza en la ejecución visuomotora, reproducción más integrada y mayor reconocimiento de las formas gestálticas, consideradas las bases primarias para el aprendizaje. Las figuras gestálticas mejor reconocidas verbalmente pero con falla grave en la representación gráfica pudieron correlacionarse más adecuadamente con la edad cronológica.

Ya que la sinaptogénesis y la apoptosis neuronal cerebral ocurren principalmente en la infancia, es evidente el grave daño que puede provocar el estrabismo con disfunción severa de la binocularidad; es por ello que su tratamiento debe instituirse lo más temprano posible. La rehabilitación de la ambliopía se acompaña en algunos casos de corrección del estrabismo y en otros es necesaria la corrección motora con cirugía o con toxina botulínica. Esto sugiere la importancia de una buena secuencia en la aplicación del tratamiento y de evitar cirugías en mal estado sensorial. Consideramos que entre las actuales alternativas terapéuticas del estrabismo, la estimulación visual a través de la penalización es la responsable de la mejoría de las conexiones neuronales.

## Conclusiones

La recuperación visual obtenida con los tratamientos del estrabismo y de la ambliopía permite el desarrollo de funciones visuales superiores que incluye la percepción de la binocularidad y estereopsis.

Las mejores funciones visuales estereoscópicas se han relacionado directamente con mejoría en la función de las áreas asociativas cerebrales, de las habilidades visuomotoras y de las capacidades cognitivas, lo cual se confirma en la presente investigación.

La dificultad de establecer un grupo de estudio mayor estriba en los problemas y enfermedades neurológicas asociadas con el estrabismo, que llevan a descartar a algunos pacientes. Además, no es posible formar un grupo control que no reciba tratamiento para la ambliopía debido a la evidencia de mejoría visuomotora relacionada con la mejor función visual.

El tratamiento neurosensorial oportuno del estrabismo, así como su vigilancia estrecha ante las recaídas, debe ser llevado durante la infancia y lo más temprano posible dado que el retraso de su inicio impedirá la adecuada sinaptogénesis.

## Referencias

1. Sastre-Riba S. Prematuridad: análisis y seguimiento de las funciones ejecutivas. Rev Neurol 2009;48(suppl 2):S113-S118.
2. Moguel-Ancheita S, Orozco-Gómez LP. Disfuncionalidad neuronal y psicomotora como resultado del retraso en el tratamiento de la ambliopía. Cir Cir 2007;75:481-489.

3. Moguel-Ancheita S, Ramírez-Sibaja S, Castellanos-Pérez Bolde C, Orozco-Gómez LP. Análisis de las funciones sensoriomotoras y depresión en niños con estrabismo. Primera fase. *Cir Cir* 2008;76:101-107.
4. Magallón S, Narbona J. Detección y estudios específicos en el trastorno del aprendizaje procesal. *Rev Neurol* 2009;48(suppl 2):S71-S76.
5. Arboleda-Ramírez A, Lopera-Vásquez JP, Hincapié-Henao L, Giraldo-Prieto M, Pineda DA, Lopera F, et al. Trastorno específico del desarrollo del lenguaje: problema selectivo o generalizado de la cognición. *Rev Neurol* 2007;44:596-600.
6. Albuquerque RC, Gagliardo HGRG, Lima ACVMS, Guerra MQF, Rabelo ARM, Cabral-Filho JE. Comportamiento visuomotor de lactantes pretérmino en el primer mes de vida. Comparación entre las edades cronológicas y corregidas. *Rev Neurol* 2009;48:13-16.
7. Tirapu-Ustároz J, Muñoz-Céspedes JM. Memoria y funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2005;41:475-484.
8. Artigas-Pallarés J, Rigau-Ratera E, García-Nonell C. Capacidad de inteligencia límite y disfunción ejecutiva. *Rev Neurol* 2007;44(Suppl 2):S67-S69.
9. Artigas-Pallarés J, Rigau-Ratera E, García-Nonell C. Relación entre capacidad de inteligencia límite y trastornos del neurodesarrollo. *Rev Neurol* 2007;44(7):739-744.
10. Artigas-Pallarés J. Dislexia: enfermedad, trastorno o algo distinto. *Rev Neurol* 2009;48(suppl 2):S63-S69.
11. Parry TS. Assessment of developmental learning and behavioural problems in children and young people. *Med J Aust* 2005;183:43-48.
12. Sireteanu R, Goebel C, Goertz R, Wandert T. Do children with developmental dyslexia show a selective visual attention deficit? *Strabismus* 2006;14:85-93.

#### Fe de errata

En el artículo “Aprendiendo del paciente para mejorar los sistemas de informes de eventos de seguridad”, publicado en el número 5, septiembre-octubre, del volumen 78, año 2010, en la página 463, los datos correctos de la Dra. Linda G. Greenberg para recibir comunicaciones son los siguientes:

Office of Consumer Information and Insurance Oversight.  
7501 Wisconsin Avenue, Bethesda, Maryland 20814.  
Tel: 301 492 4225.  
E-mail: linda.greenberg@hhs.gov