

# Evaluación neuropsicológica de niños mexicanos con craneosinostosis simple con el Inventario de Desarrollo Battelle

***Neuropsychological evaluation of simple craniosynostosis in Mexican children with Battelle developmental inventory***

Moreno-Villagómez Julieta,\* Prieto-Corona Belén,\*\* Muñoz-Bellizzia Juan Antonio,  
\*\*\* García-Méndez Antonio,\*\*\* Hernández-Echeagaray Elizabeth\*

\* Laboratorio de Neurofisiología del desarrollo y la neurodegeneración,  
Unidad de Biomedicina FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

\*\* Proyecto de Neurociencias de la UIICSE. FES Iztacala,  
Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

\*\*\* Departamento de Neurocirugía Pediátrica de la Unidad Médica de  
Alta Especialidad del Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza, Ciudad de México, D.F., México.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La craneosinostosis simple es el cierre precoz de una o varias suturas craneales que produce el crecimiento anormal del cráneo y puede llevar a un crecimiento anormal del cerebro. El tratamiento de la craneosinostosis es quirúrgico y elimina la restricción del crecimiento causado por la sutura fusionada. Las evaluaciones del desarrollo neuropsicológico en estos pacientes han generado resultados inconsistentes, ya que algunos autores reportan puntuaciones normales y otros muestran datos de retraso psicomotor y cognitivo.

**OBJETIVO:** Determinar si el inventario de desarrollo Battelle permite detectar si existe un retraso en la adquisición de los procesos neuropsicológicos y evaluar si la manipulación quirúrgica mejora el desarrollo neuropsicológico del paciente con craneosinostosis simple.

**MÉTODOS:** Se evaluaron ocho niños con craneosinostosis simple y ocho niños clínicamente sanos con edades entre uno y 12 meses, con el Inventario de Desarrollo Battelle, antes de la cirugía, y a cinco pacientes después de tres meses del tratamiento quirúrgico.

**RESULTADOS:** En la puntuación total del Battelle, los niños con craneosinostosis presentaron puntuaciones significativamente más bajas que los niños clínicamente sanos. En la comparación de las puntuaciones pre y posquirúrgicas se encontró que la puntuación global del Battelle fue más alta en la evaluación postquirúrgica.

**CONCLUSIONES:** El Inventario de Desarrollo Battelle permitió detectar el retraso en las habilidades del desarrollo en niños con craneosinostosis, así como a los cambios relacionados con la cirugía de corrección.

**Palabras claves:** Craneosinostosis, evaluación neuropsicológica, Inventario de Desarrollo Battelle, neurodesarrollo.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Craniosynostosis is the simple early closure of one or more cranial sutures that causes abnormal growth of the skull and that can lead to abnormal growth of the brain. The treatment of craniosynostosis is surgical and eliminates growth restriction caused by the fused suture. Neurodevelopmental assessments in these patients have generated inconsistent results, with some authors reporting normal scores and other data showing psychomotor and cognitive delay.

**OBJECTIVE:** To determine if Battelle Developmental Inventory detects a delay in the acquisition of neuropsychological processes in patients afflicted with craniosynostosis and evaluate if surgical manipulation improves their neuropsychological development.

**METHODS:** We evaluated 8 children diagnosed with craniosynostosis and compared with 8 normal kids between 1 and 12 months old, by means of the Battelle Developmental Inventory before surgery, and to 5 patients reevaluated 3 months after surgery to test their neuropsychological improvement.

**Correspondencia:** Dra. Elizabeth Hernández-Echeagaray

Laboratorio de Neurofisiología del Desarrollo y la Neurodegeneración,

Unidad de Biomedicina FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De Los Barrios 1,

Habit. Los Reyes Ixtacala Barrio de los Árboles/Barrio de los Héroes, 54090 Tlalnepantla, Estado de México, México.

Tel.:0155 5623-1150.

Artículo recibido: Agosto 02, 2014.

Artículo aceptado: Septiembre 07, 2014.

**RESULTS:** Children with craniosynostosis had significantly lower scores in the Battelle Developmental Inventory, as compared with clinically healthy children. After comparing the pre and postoperative Battelle scores, it was found that overall scores improved in the postoperative assessment.

**CONCLUSIONS:** The Battelle Developmental Inventory allowed the detection of delayed developmental skills in children with craniosynostosis, as well as changes related to surgical correction.

**Key words:** Battelle Developmental Inventory, craniosynostosis, neuropsychological assessment, neurodevelopment.

## INTRODUCCIÓN

**L**a craneosinostosis es el cierre prematuro de las suturas craneales y se clasifica en craneosinostosis primarias y secundarias;<sup>1-3</sup> la primaria se divide en no sindromática o simple, si la malformación se limita a la sinostosis de las suturas del cráneo y en sindromática o compleja, si se asocian a anomalías faciales y/o de las extremidades.<sup>4</sup> En la craneosinostosis simple, la fusión prematura de una o varias suturas craneales provoca que el crecimiento del cráneo se detenga en dirección perpendicular de la sutura cerrada y genera la sobreexpansión compensatoria a partir de las suturas abiertas.<sup>5</sup> Las deformidades craneales que se producen promueven diversas alteraciones estructurales y funcionales como son: anomalías en el espacio subaracnoideo, compresión del sistema ventricular,<sup>6-12</sup> cambios en la morfología subcortical,<sup>13</sup> malformaciones Chiari tipo I,<sup>14</sup> incremento de la presión intracraneal,<sup>15</sup> hipovascularización en la región próxima de la sutura fusionada, hipoplasia del tejido cerebral subyacente y cambios en el metabolismo cerebral.<sup>16</sup> Por la naturaleza de estas anomalías, podrían producir alteraciones neuropsicológicas, sin embargo, los estudios realizados hasta ahora arrojan conclusiones contradictorias.<sup>17-25</sup> En los casos que se documenta retraso en el desarrollo neurológico, se han utilizado los índices de desarrollo mental y psicomotriz de las escalas de la prueba de Bayley, sin que se desglosen los resultados en áreas neuropsicológicas específicas. Para valorar si existen alteraciones neuropsicológicas, es necesario evaluar y desglosar las áreas de las funciones neuropsicológicas afectadas, para lograrlo en el presente estudio se empleó el inventario de Desarrollo Battelle. El Battelle es una prueba diseñada para evaluar las habilidades fundamentales del desarrollo en niños desde el nacimiento hasta los ocho años, a diferencia de otros inventarios, el Battelle proporciona información de las áreas motoras, personal/social, comunicación, adaptativa y cognitiva, poseyendo mayor objetividad y rigor que otros inventarios de desarrollo.<sup>26</sup>

En México, aunque es común encontrar casos de craneosinostosis en la práctica clínica,<sup>27</sup> no ha sido caracterizada con precisión su incidencia,<sup>28</sup> y no existen reportes acerca de evaluaciones neuropsicológicas de niños con craneosinostosis. Por lo tanto, este trabajo es la primera aproximación neuropsicológica al estudio de la craneosinostosis simple en el país.

## MÉTODOS

Esta investigación siguió en su ejecución los principios acordados en la Declaración de Helsinki, asimismo, el proto-

colo de investigación y el consentimiento informado fueron aprobados por el Comité de Ética del Centro Médico Nacional La Raza y de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el estudio se realizaron evaluaciones pre y postquirúrgicas a niños diagnosticados con craneosinostosis simple. La primera evaluación pretendió identificar si existe retraso en la adquisición de procesos neuropsicológicos en niños con craneosinostosis simple, para ello los pacientes se compararon con un grupo de sujetos sanos de edades equivalentes. La segunda evaluación valoró si la intervención quirúrgica mejoró los aspectos neuropsicológicos de los pacientes usando en todos los casos el inventario de desarrollo Battelle.

## Participantes

La muestra estuvo compuesta por ocho pacientes pediátricos (*Tabla 1*), de entre uno y 12 meses de edad diagnosticados con craneosinostosis simple en el Servicio de Neurocirugía Pediátrica de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional La Raza, México. De estos pacientes, cinco (*Tabla 2*) se sometieron a la cirugía de corrección de craneosinostosis. El grupo control se conformó por ocho niños clínicamente sanos pareados por edad y sexo con los niños de craneosinostosis.

**Tabla 1.** Características de la muestra de la evaluación prequirúrgica.

Características prequirúrgicas	Pacientes evaluados
Total de pacientes evaluados	8
Sexo	
Masculino	4
Femenino	4
Media de edad total (meses)	7.3
Tipo de craneosinostosis	
Escifocefalia	5
Bracicefalia	1
Plagiocefalia posterior	1
Plagiocefalia derecha	1

**Tabla 2.** Características de la muestra de la evaluación posquirúrgica.

Características posquirúrgicas	Pacientes evaluados
Total de pacientes evaluados	5
Sexo	
Masculino	2
Femenino	3
Media de edad total (meses)	11.8
Tipo de craneosinostosis	
Escifocefalia	3
Bracicefalia	1
Plagiocefalia derecha	1

### Criterios de inclusión

Para pertenecer a la muestra, los niños debían presentar craneosinostosis simple y tener una edad de entre uno y 12 meses. Para pertenecer al grupo control, los niños debían ser clínicamente sanos y tener entre uno y 12 meses de edad. Los padres de los niños de ambos grupos dieron la firma de consentimiento informado para realizar las evaluaciones del presente estudio.

### Criterios de exclusión

Grupo con craneosinostosis: que el nacimiento hubiera ocurrido antes de las 37 semanas de gestación y que presentaran algún trastorno neurológico adyacente. Grupo control: que el nacimiento hubiera ocurrido antes de las 37 semanas de gestación o que presentara algún trastorno neurológico.

### Diseño de investigación

La investigación fue de tipo descriptiva con un diseño de tipo cuasi experimental (muestra intencional, variables independientes sin manipulación) e incluyó un grupo control no equivalente. El grupo con craneosinostosis tuvo una evaluación pre y otra posquirúrgica.

### Instrumentos

Inventory de Desarrollo Battelle: Es una batería para evaluar las habilidades fundamentales del desarrollo en niños con edades comprendidas entre el nacimiento y los ocho años, se aplica de forma individual y está tipificada.<sup>26</sup> La aplicación del Battelle se hizo en una situación estructurada para valorar las conductas que podía realizar el niño, y con la entrevista informativa para evaluar las conductas que no eran valorables en el consultorio. Para seleccionar la muestra normativa del Battelle se utilizó un muestreo estratificado. La muestra de cada nivel de edad se estratificó teniendo en cuenta las variables: región y sub-región geográfica, raza y sexo. El Battelle no tiene normas en la población mexicana, por tanto, la evaluación del grupo control sirvió de referencia para conocer el desempeño de una población normal equivalente a la de los pacientes en el inventario. Para la interpretación de los resultados del Battelle se utilizaron las puntuaciones T.

### Procedimiento

A los padres de los pacientes diagnosticados con craneosinostosis simple en el Servicio de Neurocirugía pediátrica se les realizó una entrevista para verificar edad, investigar antecedentes pre, peri y posnatales, así como la historia del desarrollo. Posteriormente se aplicó el Inventory de Desarrollo Battelle (evaluación prequirúrgica). Los pacientes con craneosinostosis fueron evaluados nuevamente con el Inventory Battelle, después de tres meses de la intervención quirúrgica. Grupo control se conformó con niños reclutados en la Clínica Universitaria de Salud Integral de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Se verificó la ausencia de cualquier trastorno neurológico, se verificó la edad y a los padres se les aplicó la misma entrevista que a los padres de los niños con craneosinostosis.

Este grupo se pareó en edad y sexo con el grupo con craneosinostosis.

### Análisis estadístico

Se realizaron dos análisis, en el primero se comparó la puntuación obtenida por el grupo de niños con craneosinostosis antes de la cirugía, con la puntuación del grupo control. En el segundo análisis se compararon las puntuaciones pre y posquirúrgicas del grupo de niños con craneosinostosis. Para analizar si las puntuaciones de los grupos se distribuían de manera normal, se realizó la prueba Kolmogorov-Smirnov, posteriormente se aplicó una t de Student (no correlacionada) de las puntuaciones de los grupos control y con craneosinostosis, y una t de Student para muestras relacionadas para comparar las puntuaciones de los pacientes antes y después de la cirugía. Las diferencias se consideraron significativas si  $p < 0.05$ . Todos los análisis se llevaron a cabo con el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Statistics 17.0, Inc. Chicago, IL).

### RESULTADOS

La comparación de la evaluación pre quirúrgica del grupo con craneosinostosis con la del grupo control mostró que las puntuaciones del grupo con craneosinostosis fueron significativamente más bajas que para el grupo control en las áreas de coordinación corporal ( $t = 3.263$ ;  $p = 0.014$ ), locomoción ( $t = 3.143$ ;  $p = 0.02$ ), total motora gruesa ( $t = 2.902$ ;  $p = 0.023$ ), total motora ( $t = 3.51$ ;  $p = 0.01$ ), comunicación receptiva ( $t = 2.944$ ;  $p = 0.022$ ), comunicación expresiva ( $t = 5.695$ ;  $p = 0.001$ ), total comunicación ( $t = 4.498$ ;  $p = 0.003$ ) y en la puntuación total de la prueba de desarrollo Battelle ( $t = 2.457$ ;  $p = 0.044$ ) (*Tabla 3* y *Figura 1*).

### Comparación pre y posquirúrgica

En la comparación de las puntuaciones pre y posquirúrgicas (*Tabla 4*) del grupo con craneosinostosis se observa que éstas son más elevadas en la segunda evaluación y existen diferencias significativas en las áreas de interacción con los adultos ( $t = -3.57$ ;  $p = 0.023$ ), expresión de sentimientos/afecto ( $t = -4.66$ ;  $p = 0.01$ ), total motora gruesa ( $t = -3.32$ ;  $p = 0.029$ ), total motora ( $t = -2.63$ ;  $p = 0.05$ ) y en la puntuación global del Inventory de Desarrollo Battelle ( $t = -3.138$ ;  $p = 0.03$ ) (*Figura 2*).

### DISCUSIÓN

#### Desarrollo neuropsicológico en niños sanos y con craneosinostosis

Los resultados encontrados en este estudio muestran que los niños con craneosinostosis simple obtuvieron puntuaciones más bajas que los niños clínicamente sanos en áreas motoras (coordinación corporal, locomoción, total motora gruesa y total motora), de comunicación (comunicación expresiva, receptiva y total comunicación) y en la puntuación global del Inventory Battelle; también se evidenció, que la intervención quirúrgica mejoró significativamente la ejecución neuropsicológica de los pacientes en las áreas de interacción con los adultos, expresión de sentimientos, motora gruesa y

**Tabla 3.** Media de las puntuaciones del grupo control y de las puntuaciones prequirúrgicas del grupo con craneosinostosis.

	Grupo control Media (DE)	Grupo craneosinostosis Media (DE)	t	p
Interacción con los adultos	41.88 (4.22)	41.50 (6.57)	0.123	0.906
Expresión de sentimientos/afecto	37.38 (12.28)	39.00 (12.68)	-0.213	0.837
Autoconcepto	37.38 (4.69)	39.50 (12.31)	-0.446	0.669
Total personal/social	42.88 (5.67)	44.38 (8.53)	-0.402	0.699
Atención	41.00 (7.58)	38.38 (8.33)	0.641	0.542
Comida	43.62 (5.90)	40.75 (8.15)	0.872	0.412
Total adaptativa	44.13 (6.47)	41.75 (8.53)	0.574	0.584
Control muscular	41.25 (7.48)	33.75 (5.52)	2.08	0.076
Coordinación corporal	44.88 (3.04)	37.25 (7.34)	3.263	0.014*
Locomoción	45.25 (2.19)	38.71 (5.44)	3.143	0.02*
Total motora gruesa	47.00 (6.78)	38.88 (2.42)	2.902	0.023*
Motricidad fina	43.00 (4.38)	40.88 (6.13)	0.977	0.361
Total motora fina	44.13 (5.06)	42.75 (6.02)	0.57	0.587
Total motora	46.63 (6.89)	40.75 (4.83)	3.51	0.01*
Comunicación receptiva	51.00 (6.95)	42.13 (8.74)	2.944	0.022*
Comunicación expresiva	49.00 (6.05)	33.75 (9.69)	5.695	0.001*
Total comunicación	51.25 (5.39)	39.75 (8.31)	4.498	0.003*
Discriminación perceptiva	32.00 (8.49)	35.75 (15.16)	-0.742	0.482
Memoria	46.13 (4.94)	42.38 (10.03)	1.088	0.313
Razonamiento	36.14 (13.04)	47.88 (11.70)	-1.363	0.222
Total cognitiva	46.25 (6.16)	44.88 (10.70)	0.307	0.768
Total Battelle	48.25 (7.76)	41.75 (6.32)	2.457	0.044*

DE: Desviaciones Estándar. \* p < 0.05.

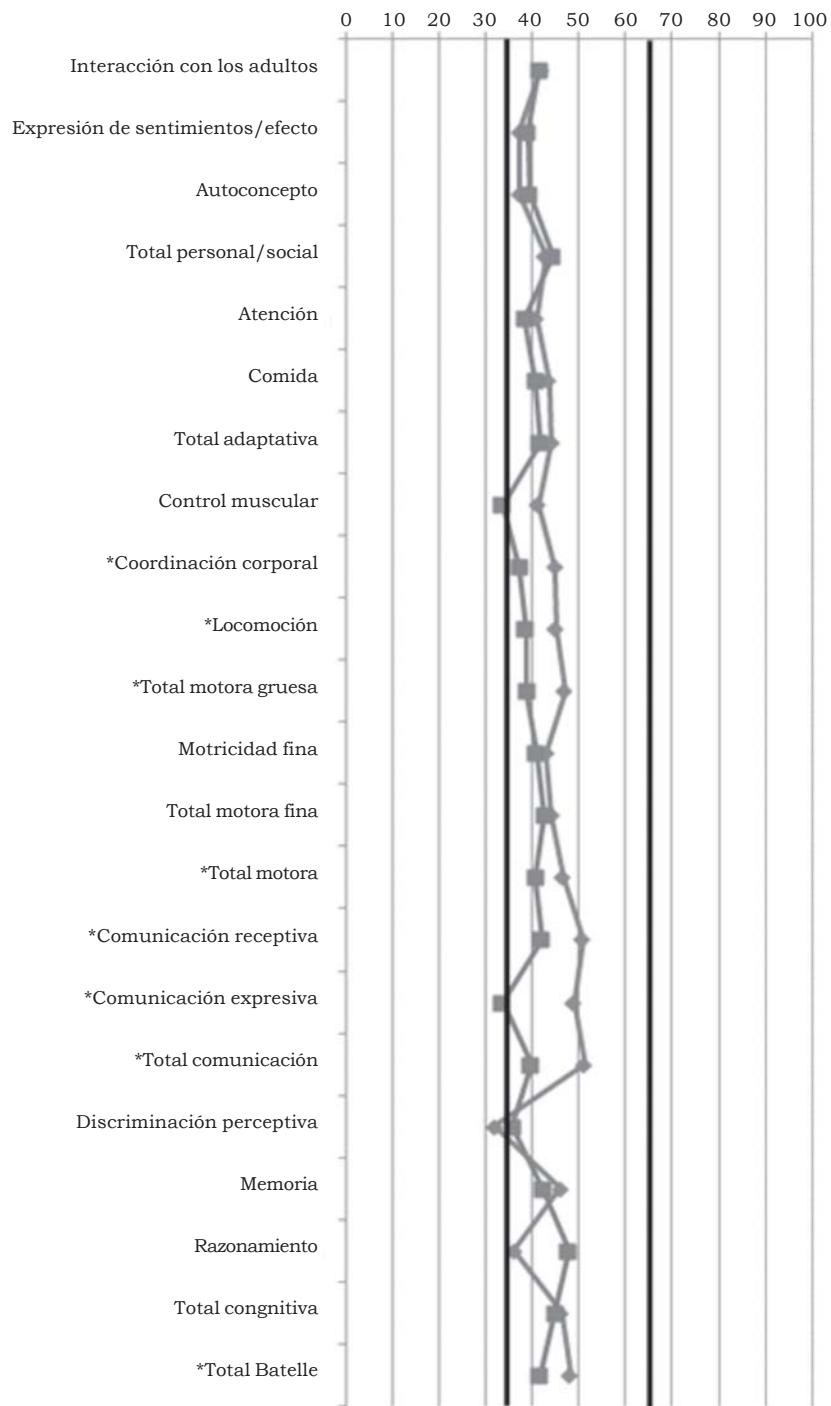
**Tabla 4.** Media de las puntuaciones pre y postquirúrgicas del grupo con craneosinostosis.

	Evaluación prequirúrgica Media (DE) (n = 5)	Evaluación posquirúrgica Media (DE) (n = 5)	t	p
Interacción con los adultos	41.80 (8.58)	51.00 (9.05)	-3.57	0.023*
Expresión de sentimientos/afecto	35.60 (9.05)	52.20 (8.49)	-4.665	0.01*
Autoconcepto	42.60 (14.58)	38.80 (12.00)	1.257	0.277
Total personal/social	43.80 (10.40)	48.80 (9.57)	-2.599	0.06
Atención	39.20 (10.91)	42.00 (5.78)	-0.884	0.427
Comida	37.60 (8.79)	53.20 (11.34)	-1.988	0.118
Coordinación corporal	37.00 (7.17)	49.40 (9.44)	-2.371	0.077
Locomoción	40.75 (2.06)	51.00 (13.44)	-1.412	0.253
Total motora gruesa	38.40 (3.04)	51.00 (10.55)	-3.325	0.029*
Motricidad fina	43.20 (4.38)	51.00 (9.72)	-0.977	0.384
Total motora fina	45.40 (3.43)	55.40 (10.18)	-2.008	0.115
Total motora	42.60 (3.28)	54.00 (10.31)	-2.639	0.05*
Comunicación receptiva	47.20 (5.54)	52.60 (7.76)	-1.495	0.225
Comunicación expresiva	35.20 (11.36)	49.20 (5.71)	-2.025	0.113
Total comunicación	44.40 (5.94)	51.00 (3.80)	-1.712	0.162
Memoria	45.40 (10.87)	41.00 (9.69)	0.893	0.422
Razonamiento	49.75 (9.39)	59.00 (11.66)	-1.368	0.265
Total cognitiva	48.80 (10.03)	53.60 (6.50)	-1.25	0.279
Total Battelle	43.60 (7.36)	53.20 (8.70)	-3.138	0.035*
			Z	p
Total adaptativa	41.20 (11.05)	51.20 (6.26)	-1.841	0.066
Discriminación perceptiva	32.80 (9.65)	29.00 (0.00)	-0.447	0.655

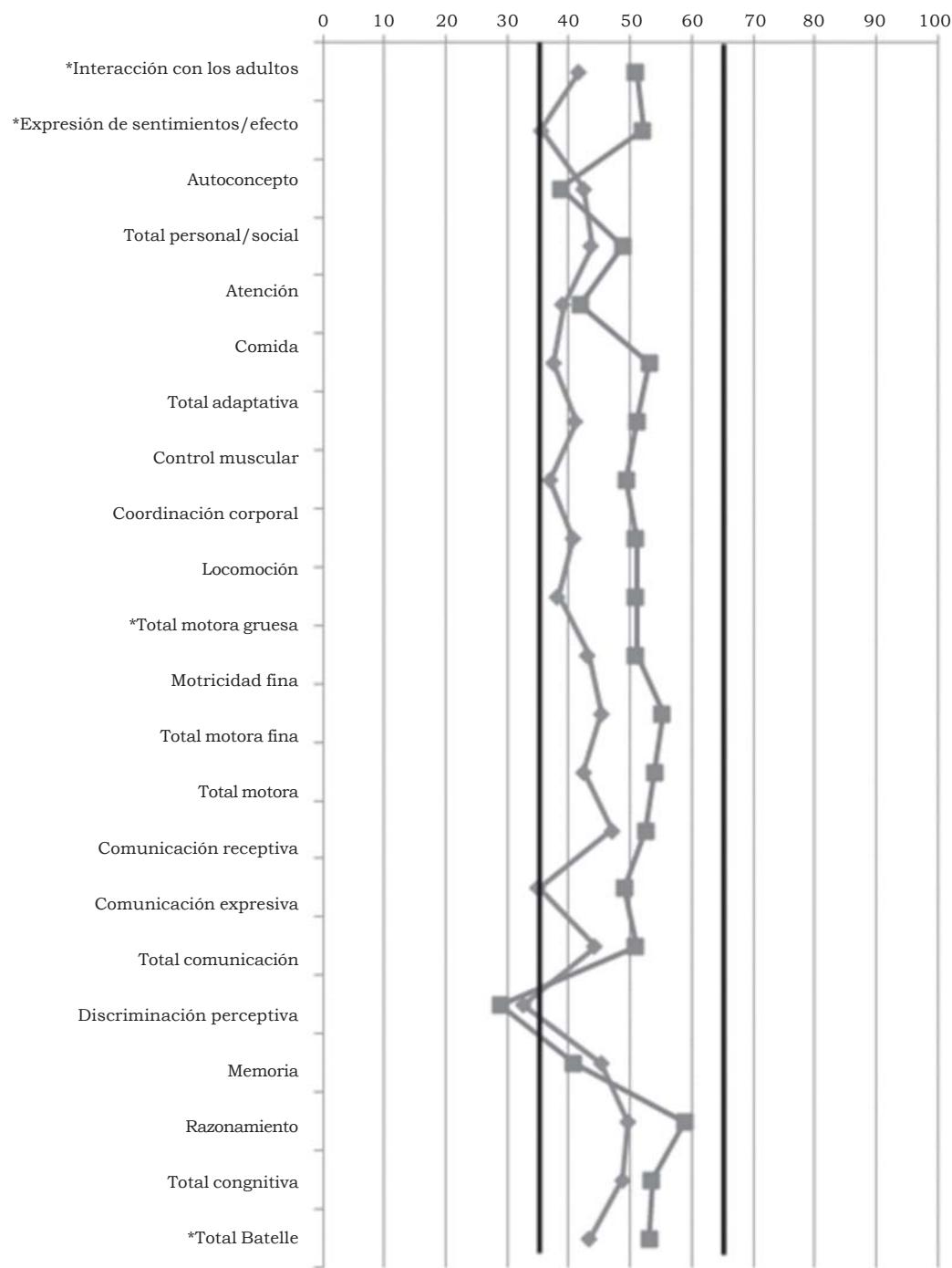
DE: Desviaciones Estándar. \* p < 0.05.

en la puntuación global del Battelle. Las áreas total personal/social como total adaptativa también cambiaron con la cirugía, aunque el cambio no fue significativo. Los niños con craneosinostosis mostraron deficiencias en la capacidad para utilizar el sistema muscular y para establecer control y coordinación cada vez mayores, por ejemplo, el cambiar la posición del cuerpo o ponerse de pie apoyándose de un mueble de-

mostrando alteraciones en la coordinación corporal. También se observaron cambios en la capacidad para utilizar de forma integrada su sistema muscular para trasladarse de un sitio a otro, como, por ejemplo, arrastrarse, gatear o andar, lo que mostró deficiencias en el área de locomoción. Estos resultados concuerdan con estudios previos que han reportado alteraciones en los índices motores.<sup>20-25</sup>



**Figura 1.** Gráfica de las puntuaciones T de la primera evaluación de los niños con craneosinostosis y de la evaluación del grupo control en las distintas áreas del Inventario de Desarrollo Battelle (■ grupo con craneosinostosis, ◆ grupo control, \* p < 0.05).



**Figura 2.** Gráfica de la media de las puntuaciones T de las evaluaciones pre y posquirúrgicas del grupo con craneosinostosis simple obtenidas en las distintas áreas del Inventory de Desarrollo Battelle ( ■ Evaluación prequirúrgica, ◆ Evaluación posquirúrgica, \* p < 0.05).

Los niños con craneosinostosis mostraron cambios en la comunicación receptiva y expresiva. El área de comunicación receptiva del Battelle evalúa la discriminación, reconocimiento y comprensión de sonidos y palabras a través de tareas como reaccionar ante distintos sonidos de voz o seguir órdenes sencillas, mientras que el área de comunicación expresiva evalúa la producción de sonidos y palabras.

El que no se hayan encontrado déficits en el área cognitiva en estos pacientes podría estar indicando que el retraso cognitivo identificado por Cohen<sup>22-24</sup> utilizando las escalas Bayley de desarrollo, es secundario a las deficiencias en el lenguaje que presentan estos pacientes, ya que el índice de desarrollo mental que reporta el Bayley tiene un componente de lenguaje.

### Evaluaciones pre y posquirúrgicas en niños con craneosinostosis

Al compararse las evaluaciones pre y posquirúrgicas, se observó mayor puntuación en la evaluación posquirúrgica, en las áreas sociales (interacción con los adultos, y expresión de sentimientos/afecto), motoras (total motora gruesa y total motora) y en la puntuación global del Inventario de Desarrollo Battelle. En el área de expresión de sentimientos afecto, se evaluó la capacidad del niño para expresar sus sentimientos en forma y en situaciones adecuadas, en el área personal/social, se evaluó de forma global las interacciones sociales significativas, y finalmente el área motora se valoró el desarrollo del control y la coordinación muscular. Todas estas áreas mostraron junto con la ejecución motora mejoría con respecto a la evaluación prequirúrgica. Resultados semejantes a los nuestros se han reportado usando otros inventarios.<sup>22,25</sup> Los resultados sugieren que el procedimiento quirúrgico mejoró la ejecución neuropsicológica de los pacientes, no obstante, debido a que no se hizo una evaluación posterior al grupo control para compararla con las puntuaciones posquirúrgicas de los pacientes, no podemos aislar en la mejoría, el efecto de desarrollo. Las áreas neuropsicológicas en donde existe retraso o se observó mejoría no son las mismas en todos los pacientes, debido al tipo de craneosinostosis que desarrollaron, por tanto, las estructuras afectadas son distintas en cada caso. Cuando el niño presenta un desarrollo psicomotor de acuerdo a su edad, existe la mielinización en paralelo y maduración de estructuras como el lemnisco medio, el pedúnculo cerebelar superior, tracto piramidal, el cíngulo, entre otras,<sup>29</sup> todas ligadas al desarrollo psicomotor. Sin embargo, cuando hay alteraciones en él, se afecta la capacidad de realizar actividades complejas. El desarrollo psicomotor juega un papel importante en la orientación del niño en su entorno, en la locomoción, ambas permiten que el niño tenga nuevas experiencias, por lo tanto, la motricidad fina y gruesa son importantes para el desarrollo de procesos mentales básicos. El lenguaje también depende de un proceso de maduración cerebral, y está íntimamente relacionado con la maduración del sistema motor. De acuerdo con Roselli,<sup>30</sup> el control de movimientos finos y el desarrollo de habilidades simbólicas son indispensables para un desarrollo adecuado del lenguaje. La distorsión de este proceso puede tener repercusiones importantes en la maduración intelectual y psico-

lógica. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el Inventario de Desarrollo Battelle es una herramienta adecuada para la valoración neuropsicológica de los niños con craneosinostosis, su uso nos permitió conocer tanto las áreas afectadas como aquéllas en las que se debería de rehabilitar para contrarrestar las deficiencias producidas en las áreas motoras y de lenguaje. La terapia de neurorehabilitación podría ser una opción para el tratamiento de las alteraciones motrices observadas en los niños con craneosinostosis, esta debe realizarse de manera temprana, es decir, durante el proceso de desarrollo del sistema nervioso y la plasticidad del cerebro inmaduro.<sup>31</sup> La evaluación neuropsicológica coadyuva el diagnóstico, tratamiento y seguimiento clínico y podría minimizar la manifestación de lesiones cerebrales de origen perinatal<sup>32</sup> si se hace una intervención a tiempo.

La prueba de Battelle no ha sido estandarizada para la población mexicana, sin embargo, la evaluación neuropsicológica que realiza el Battelle se enfoca al desarrollo de funciones cerebrales en los humanos, que en el tiempo que las evalúa no son objetos de presiones socioculturales, por lo que no requiere necesariamente de la normalización y estandarización; el diagnóstico es confiable y la prueba ha sido valorada positivamente en el campo profesional.<sup>33-35</sup>

### DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que en este estudio no existen conflictos de intereses relevantes.

### FUENTES DE FINANCIAMIENTO

JMV fue becaria de CONACyT (N. 261233) durante sus estudios de maestría.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Blanca E. Huitrón Vázquez de la CUSI, FES-I, UNAM quién refirió a los sujetos control usados en el estudio.

### REFERENCIAS

1. Cohen MM. No Man's Craniosynostosis: The Arcana of Sutural Knowledge. *J Craniofac Surg* 2012; 23: 338-42.
2. Aviv RI, Rodger E, Hall CM. Craniosynostosis. *Clin Radiol* 2002; 57: 93-102.
3. Cohen MM. Craniosynostosis and syndromes with craniosynostosis: Incidence, genetics, penetrance, variability and new syndrome updating. *Birth Defects Orig Artic Ser* 1979; 15: 13-63.
4. David J, Poswillo D, Simpson D. The craniosynostosis. Causes, natural history and management. *Springer-Berlag*; 1982, p. 35-42.
5. Flores L. Avances en craneosinostosis. *Revista Mexicana de Neurocirugía* 2003; 4: 63-74.
6. Palafox D, Ogando E, Herrera DL, Queipo G. Malformaciones craneofaciales. De las bases moleculares al tratamiento quirúrgico. *Revista Médica del Hospital General de México* 2012; 75: 50-9.

7. Reilly BJ, Leeming JM, Fraser D. Craniosynostosis in the rachitic spectrum. *J Pediatr* 1964; 64: 396-405.
8. Renier D, Lajeunie E, Catala M, Arnaud E, Marchac D. Cranoostenosis. *EMC Pediatría* 2008; 43: 1-19.
9. Boyadjiev SA. Genetic analysis of non-syndromic craniosynostosis. *Orthod Craniofac Res* 2007; 10: 129-37.
10. Lajeunie E, Barcik U, Thorne JA, Ghouzzi V, Bourgeois M, Renier D. Craniosynostosis and fetal exposure to sodium valproate. *J Neurosurg* 2001; 95: 778-82.
11. Honein MA, Rasmussen SA. Further evidence for an association between maternal smoking and craniosynostosis. *Teratology* 2000; 62: 145-6.
12. Carmel PW, Luken MG, Ascherl GF Jr. Craniosynostosis: computed tomographic evaluation of skull base and calvarial deformities and associated intracranial changes. *Neurosurg* 1981; 9: 366-72.
13. Aldridge K, Kane AA, Marsh JL, Panchal J, Boyadjiev SA, Yan P, Govier D, Ahmad W, Richtsmeier JT. Brain morphology in nonsyndromic unicoronal craniosynostosis. *The anatomical record part A* 2005; 285: 690-8.
14. Hukki A, Koljonen V, Karppinen A, Valanne L, Leikola J. Brain anomalies in 121 children with non-syndromic single suture craniosynostosis by MR imaging. *Eur J Paediatr Neurol* 2012; 16: 671-5.
15. Tamburini G, Caldarelli M, Massimi L, Santini P, Di Rocco C. Intracranial pressure monitoring in children with single suture and complex craniosynostosis: a review. *Childs Nerv Syst* 2005; 21: 913-21.
16. David LR, Genecov D, Camastrea A, Wilson J, Argenta L. Positron emission tomography studies confirm the need for early surgical intervention in patients with single suture craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 1999; 10: 38-42.
17. Arnaud E, Renier D, Marchac D. Prognosis for mental function in scaphocephaly. *J Neurosurg* 1995; 83: 476-9.
18. Speltz ML, Endriga MC, Mouradian WE. Presurgical and postsurgical mental and psychomotor development of infants with sagittal synostosis. *Cleft Palate Craniofac J* 1997; 34: 374-9.
19. Kapp-Simon K. Mental development and learning disorders in children with single suture craniosynostosis. *Craniofac J* 1998; 35: 197-203.
20. Panchal J, Amirsheybani H, Gurwitz R, Cook V, Francel P, Neas B, Levine N. Neurodevelopment in children with single-suture craniosynostosis and plagiocephaly without synostosis. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108: 1492-8.
21. Warschausky S, Angobaldo J, Kewman D, Buchman S, Muraszko KM, Azengart A. Early Development of Infants with Untreated Metopic Craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg* 2005; 115: 1518-23.
22. Cohen SR, Cho DC, Nichols SL, Cross KP, Burstein FD. American Society of maxillo facial surgeons outcome study: preoperative and postoperative neurodevelopmental findings in single-suture craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg* 2004; 114: 841-7.
23. Starr JR, Kapp-Simon KA, Cloonan YK, Collett BR, Cradock MM, Buono L, Cunningham ML, Speltz ML. Presurgical and postsurgical assessment of the neurodevelopment of infants with single-suture craniosynostosis: comparison with controls. *J Neurosurg* 2007; 107: 103-10.
24. Starr JR, Collett BR, Gaither R, Kapp-Simon KA, Cradock MM, Cunningham ML, Speltz ML. Multicenter Study of Neurodevelopment in 3-Year-Old Children With and Without Single-Suture Craniosynostosis. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2012; 166: 536-42.
25. Bellew M, Chumas P, Mueller R, Liddington M, Russell J. Pre-and postoperative developmental attainment in sagittal synostosis. *Arch Dis Child* 2005; 90: 346-50.
26. Newborg J, Stock JR, Wnek L. *Inventario de Desarrollo Battelle (2a edición)*. Manual de Aplicación. Madrid, España: TEA Ediciones; 2009.
27. Ruiz-Correa S, Campos-Silvestre Y. Clasificación de malformaciones craneales causadas por craneosinostosis primaria utilizando kernels no lineales. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 2010; 31: 1-16.
28. Chico F. Craneosinostosis. I. Bases biológicas y análisis de las craneosinostosis no sindromáticas. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 2011; 68: 333-48.
29. Kolb B, Fantie BD. The development of the child's brain and behavior. In: Reynolds CR, Fletcher-Janzen E (eds.). *The handbook of clinical child neuropsychology*; 2009, p. 19-46.
30. Rosseelli M. Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud* 2002; 1: 1-14.
31. Chieffo D, Tamburini G, Massimi L, Di Giovanni S, Giansanti C, Calderalli M, Di Rocco C. Long-term neuropsychological development in single-suture craniosynostosis treated early. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 5: 232-7.
32. Barrera JE. *Terapia Neurohabilitatoria*. México, Editado por la Universidad Nacional Autónoma de México; 2010, p. p.146. ISBN 978-607-02-1665-7
33. Boyd RD, Welge P, Sexton D, Miller JH. Concurrent Validity of the Battelle Developmental Inventory: Relationship with the Bayley Scales in Young Children with Known or Suspected Disabilities. *JEI* 1989; 13: 14.
34. Johnson LJ, Cook MJ, Kullman AJ. An Examination of the Concurrent Validity of the Battelle Developmental Inventory & Compared with the Vineland Adaptive Scales and the Bayley Scales of Infant Development. *JEI* 1992; 16: 353-9.
35. Berls AT, McEwen IR. Battelle Developmental Inventory. *Phys Ther* 1999; 79: 776-83.