

Influencia del estatus socioeconómico sobre variables cognitivas y electroencefalográficas en escolares con riesgo de daño cerebral

Influence of socioeconomic status on cognitive and electroencephalographic variables in school children at risk of brain damage

Maricarmen Jiménez-Colín,^I Josefina Ricardo-Garcell,^I Jorge Bosch-Bayard,^I Erika Cruz-Rivero,^I Judith Salvador-Cruz,^{II} Erick Humberto Pasaye-Alcaraz,^I Thalía Harmony-Baillet^I

^IUnidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola". Instituto de Neurobiología. Universidad Nacional Autónoma de México. Querétaro, México.

^{II}Departamento de Investigación y Posgrado. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

RESUMEN

Introducción: el estatus socioeconómico puede impactar sobre la cognición y la actividad eléctrica cerebral de los niños, por la influencia que tiene sobre el desarrollo durante etapas tempranas.

Objetivo: evaluar la asociación de variables socioeconómicas, con alteraciones cognitivas y electroencefalográficas, en un grupo de niños escolares con riesgo de daño cerebral.

Métodos: se estudiaron 42 niños mexicanos, de 6-7 años de edad. Se realizó un estudio socioeconómico a los padres y los niños fueron evaluados mediante la Evaluación Neuropsicológica Infantil (subpruebas de lectura-escritura y escala de signos neurológicos blandos), la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños, la Escala de Conners para Padres-Revisada y un electroencefalograma en diferentes edades.

Resultados: con las variables socioeconómicas y, mediante un análisis de conglomerados, se encontraron 3 grupos que mostraban una adecuada diferenciación académica y económica entre sí. Por el método de clasificación basado en regresiones dispersas, se identificaron las variables que diferenciaban significativamente a los 3 grupos: problemas sociales, cognitivos, síntomas inatento, índice TDAH (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad, Escala de Conners para Padres-Revisada), lectura de palabras, comprensión en lectura de oraciones, dictado de sílabas, precisión de lectura en voz alta, lectura de sílabas, dictado de no palabras, movimiento de oposición digital, agarre de lápiz (Evaluación Neuropsicológica Infantil) y primer electroencefalograma normal.

Conclusiones: el grupo con más desventajas socioeconómicas tuvo un peor desempeño en la lectoescritura y mayor prevalencia de actividad paroxística no epileptiforme; mientras que, el grupo con mayores ventajas socioeconómicas, mostró mejor desempeño en estas habilidades, mayor proporción de electroencefalogramas normales y una tendencia hacia problemas de atención.

Palabras clave: daño cerebral perinatal; estatus socioeconómico; cognición; electroencefalograma.

ABSTRACT

Introduction: the socioeconomic status can impact on the cognition and electrical brain activity of children due to the influence it has on the development during early stages.

Objective: to evaluate the association of socioeconomic variables with cognitive and electroencephalographic alterations, in a group of school children at risk of brain damage.

Methods: 42 Mexican children in the ages from 6 to 7 years old were studied. A socioeconomic study was conducted on the parents, and the children were evaluated through the Child Neuropsychological Assessment (reading-writing subtests and the scale of neurological soft signs), the Wechsler's Intelligence Scale for Children, the Conners' Scale for Parents-Revised and an electroencephalogram in different ages.

Results: with the socioeconomic variables and by means of an analysis of conglomerate, 3 groups were found that showed an adequate academic and economic differentiation among themselves. By the classification method based on scattered regressions were identified variables that significantly differentiated the 3 groups: social and cognitive problems, inattentive symptoms, ADHD (Attention Deficit and Hyperactivity Disorder, Conners Scale for Parents-Revised), reading of words, comprehension in reading of sentences, dictation of syllables, accuracy of reading aloud, reading of syllables, dictation of non words, movement of digital opposition, pencil's grip (Neuropsychological Evaluation of Children) and first normal electroencephalogram.

Conclusions: the group with more socioeconomic disadvantages had a worse performance in reading and writing and a higher prevalence of non-epileptiform paroxysmal activity; whereas, the group with the greatest socioeconomic advantages showed a better performance in these skills, a greater proportion of normal electroencephalograms and a tendency towards attention problems.

Keywords: perinatal brain damage; socioeconomic status; cognition; electroencephalogram.

INTRODUCCIÓN

El estatus socioeconómico puede impactar sobre la cognición y la actividad eléctrica cerebral de los niños, por la influencia que tiene sobre el desarrollo durante etapas tempranas. Cada uno de los indicadores que se combinan para la construcción de índices que evalúan ese estatus, como por ejemplo, el ingreso familiar, y los niveles educativo y ocupacional de los padres, representan distintos recursos que podrían beneficiar el desarrollo de los niños de diferentes maneras.¹

A su vez, los niños con factores de riesgo de daño cerebral representan una población particularmente vulnerable a alteraciones neurológicas, cognitivas y de la actividad eléctrica cerebral (AEC);²⁻¹⁴ sin embargo, no abundan estudios en los que se tenga en cuenta qué relación existe entre el estatus socioeconómico familiar de niños escolares de 6 a 7 años de edad, con factores de riesgo de daño cerebral (identificados desde el nacimiento), y la presencia de alteraciones neurológicas "blandas", cognitivas, conductuales y de la AEC. Por tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar la asociación de variables socioeconómicas con las variables antes mencionadas, en un grupo de niños escolares con riesgo de daño cerebral.

MÉTODOS

Se estudiaron 42 niños mexicanos (23 niñas), con edades entre 6-7 años (media [M]= 6,5, desviación estándar [DT]= 0,5), atendidos en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIN) "Dr. Augusto Fernández Guardiola", del Instituto de Neurobiología (Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla Querétaro). La investigación cumplió con los criterios de Helsinki y fue aprobada por el Comité de Bioética del Instituto. Los criterios de inclusión fueron la presencia de factores de riesgo de daño cerebral identificados desde el nacimiento, haber recibido terapia neurohabilitatoria en su primer año de vida y un cociente de inteligencia (CI) total ≥ 80 , obtenido mediante la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños, versión IV (*Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition*, WISC-IV por sus siglas en inglés). Se excluyeron los niños con lesiones expansivas intracraneales, disfunciones sensoriales (auditivas y visuales), antecedentes de anomalías genéticas, y con trastornos metabólicos y neuroinfección. Todos los familiares firmaron la Carta de Consentimiento Informado, y se obtuvo el consentimiento verbal por parte del participante.

A todos los participantes se les aplicó un estudio socioeconómico que permitió ubicarlos en un nivel de clasificación económica.¹⁵ Las variables obtenidas a partir de este estudio fueron: escolaridad y ocupación de ambos padres, estado civil, tipo de familia, número de hijos, edad de la madre, nivel socioeconómico e ingreso económico.

A cada niño se le aplicaron las pruebas psicológicas siguientes: las subpruebas de lectura-escritura y la escala de Signos Neurológicos Blandos (SNB) de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI), el WISC-IV y la Escala de Connors para Padres-Revisada (*Connors Parent Rating Scale Revised*, CPRS-R por sus siglas en inglés).

En todos los niños se obtuvieron registros electroencefalográficos (EEG), que fueron evaluados por inspección visual. Se utilizaron resultados cualitativos de los EEGs correspondientes al primer estudio (M= 2,5 meses, DT= 1,4), al año de edad (M= 12,2 meses, DT= 1,6), en edad preescolar (M= 4 años, DT= 0,2) y en edad escolar (M= 6,8 años, DT= 0,6). En cada EEG se consideraron las variables siguientes: actividad de base (AB) normal, AB lenta, actividad paroxística no epileptiforme (APnE) o epileptiforme (APE).

Una vez seleccionada la muestra, se identificaron los factores de riesgo de daño cerebral de cada uno de los niños. Después, a los padres o tutores se les aplicó el estudio socioeconómico para, a partir de sus variables, conocer si los niños pertenecían a niveles socioeconómicos significativamente diferentes. Posteriormente, se investigó la asociación existente entre el estatus socioeconómico de los escolares y variables de las pruebas psicológicas: CI total, Índices de Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptivo, Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento del WISC-IV, SNB y las subpruebas de lectura-escritura de la ENI, más, las subescalas del CPRS-R y los resultados del análisis cualitativo del EEG.

Se realizó un análisis descriptivo de los factores de riesgo de daño cerebral perinatal, y se llevó a cabo un análisis de componentes principales a partir de las variables obtenidas del estudio socioeconómico. Con los primeros 2 autovectores, que explicaron 98,5 % de la varianza de los datos, se hizo un análisis de conglomerados para identificar subgrupos homogéneos en la muestra original.

Para conocer las variables con mayor poder predictivo, se aplicó el método de clasificación basado en regresiones dispersas (*General Linear Model via Elastic-Net, GLM-Net*, por sus siglas en inglés),^{16,17} y determinar la contribución de las variables psicológicas y del EEG a cada uno de los grupos determinados por las variables socioeconómicas. Este método busca la ecuación de regresión (conjunto de variables) que explique mejor las diferencias entre grupos.

Para aumentar la estabilidad del método de clasificación, se realizaron 500 repeticiones de él, y se eligió en cada una, de manera aleatoria, al 70 % de los datos y de las variables, garantizando que todas las variables y sujetos fueran seleccionados aproximadamente la misma cantidad de veces. Se consideran buenas clasificadoras a las variables que fueron seleccionadas, como clasificadores, más del 50 % de las veces que participaron en el proceso.

Por otra parte, para evaluar la capacidad discriminativa del método de clasificación, se utilizó el análisis en base a curvas *Receiver Operating Characteristic Curve* (ROC). Para ello, el parámetro a estimar fue el área bajo la curva ROC (*area under the curve*, AUC por sus siglas en inglés), la cual refleja qué tan bueno es el método para discriminar. Un método se considera no-discriminativo si su curva ROC coincide con la línea de no-discriminación (discriminación aleatoria), la cual posee un área de 0,50. A medida que el AUC de un método se acerca al valor 1,00, mayor será su capacidad discriminativa.¹⁸

En general, el método de curvas ROC se aplica entre dos grupos; sin embargo, en este estudio, se necesitó medir el poder de clasificación de la ecuación entre tres grupos. Para ello, se utilizó un método no paramétrico de curvas ROC,¹⁹ que permite calcular las áreas bajo la curva marginales, entre cada par de grupos. Finalmente, se determinó, mediante pruebas no paramétricas, si existían diferencias significativas entre los grupos en cuanto a las variables cuantitativas y cualitativas que resultaron como clasificadoras: chi-cuadrado (χ^2), Kruskal-Wallis (KW) y U de Mann-Whitney (U).

El análisis estadístico de los datos se realizó con ayuda de uno de los autores del trabajo (*Sparse Regression Classifiers*, vía GLM-Net), y a través del Paquete Estadístico Aplicado a las Ciencias Sociales (*Statistical Package for the Social Sciences*).

RESULTADOS

En relación con los factores de riesgo de daño cerebral, los factores de riesgo prenatales predominantes fueron: el antecedente de aborto (24,6 %) y la infección materna (23 %); los factores perinatales más frecuentes, la asfixia (16,8 %), la sepsis neonatal (16,1 %), la prematuridad (15,4 %) y la hiperbilirrubinemia (14,7 %). La combinación individual de los factores fue variable (1-10, promedio= 5).

Sobre el estudio socioeconómico se encontró que las familias de la muestra fueron, en la mayoría de los casos, de tipo biparental (85,5 %), de padres casados (88,1 %), y con dos hijos por familia predominantemente (42,9 %). El 45,2 % de las madres tuvo una edad entre 36-40 años, y el 40,5 % de los padres tenía un nivel de escolaridad superior (licenciatura y posgrado), seguido por 38,1 % correspondiente a la educación básica (primaria y secundaria). Respecto a las madres, el 42,9 % tenía nivel básico, mientras que el 33,3 % había alcanzado el nivel superior. La ocupación paterna más frecuente fue la de empleado de oficina (40,5 %), seguida de obreros, oficios y jornaleros (28,6 %), mientras que, en el caso de las madres, fue ser ama de casa (65,9 %). El 54,8 % de las familias pertenecían al nivel socioeconómico medio bajo.

El análisis de conglomerados permitió clasificar la muestra total en 3 grupos, conformados por 21, 12 y 9 niños respectivamente. Las variables que más influyeron en la clasificación de los grupos fueron: escolaridad y ocupación de ambos padres, así como el nivel socioeconómico (que incluye también ingreso y salario mínimo mensuales) ([figura](#)).

En la [tabla 1](#) aparecen las características socioeconómicas de cada uno de los grupos, con respecto a las variables antes mencionadas. Sobre la base de los porcentajes, se puede notar que el grupo 1 mostró mayores desventajas económicas y académicas, comparadas con los otros dos grupos.

En la [tabla 2](#) se muestran las variables psicológicas y del EEG que tuvieron una mayor contribución a cada uno de los grupos determinados por las variables socioeconómicas. La mayoría de las variables psicológicas fueron de la ENI y de la CPRS-R, mientras que las del WISC-IV no evidenciaron un poder de clasificación significativo. De las variables correspondientes a los SNB, solo contribuyeron a la clasificación *el movimiento de oposición digital* y *el agarre de lápiz*. En el caso del EEG, lo más importante fue que el primer registro fuera normal.

El método no paramétrico de curvas ROC, mediante el cálculo de las AUC marginales entre cada par de grupos, permitió separarlos adecuadamente con diferentes porcentajes de efectividad, destacándose el 83 % entre los grupos 1-3 ([tabla 3](#)).

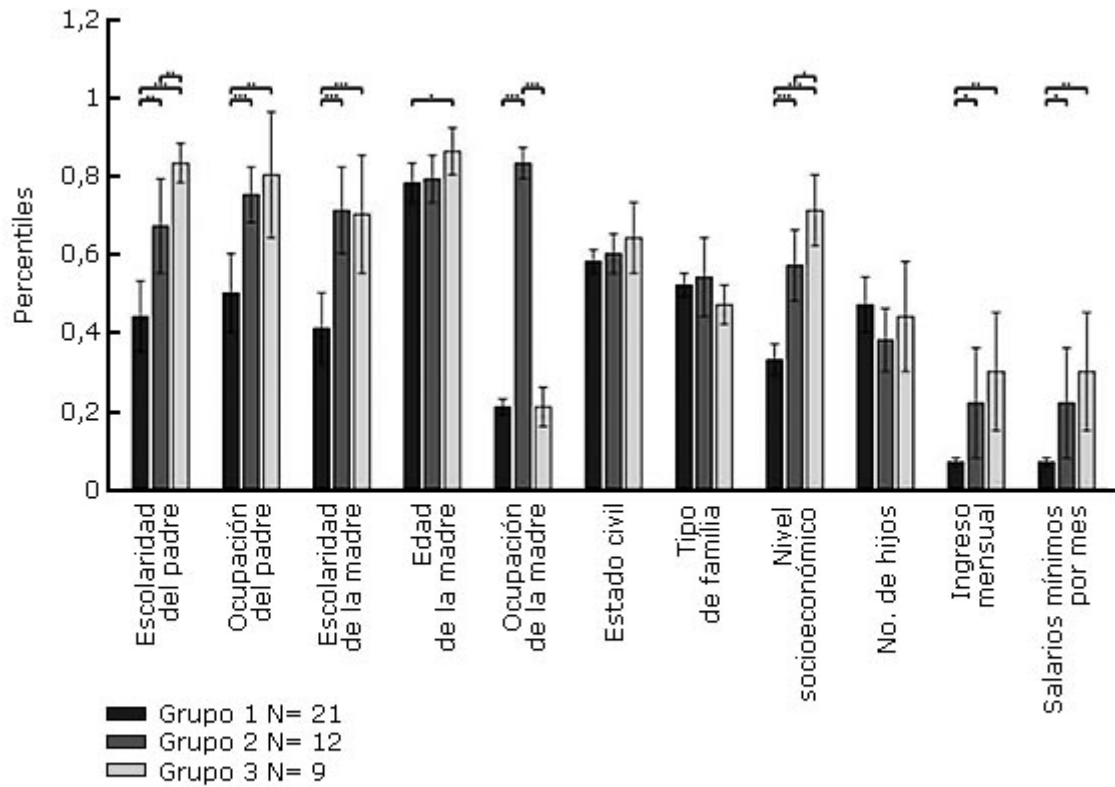


Fig. Gráfica de barras con la media y el error estándar de la media de cada una de las variables socioeconómicas. Los niveles de significación se determinaron por medio de un Anova de una vía de dichas variables con los tres grupos (IC del 95 %).

Tabla 1. Características socioeconómicas por grupo*

Variables socioeconómicas	Grupos		
	1	2	3
Escolaridad del padre	Educación básica (66,7 %)	Educación media superior (41,7 %)	Educación superior (88,9 %)
Escolaridad de la madre	Educación básica (71,4 %)	Educación superior (58,3 %)	Educación superior (55,6 %)
Ocupación del padre	Obreros, oficios y jornaleros (47,6 %)	Empleados de oficina (66,7 %)	Profesionistas (44,4 %)
Ocupación de la madre	Ama de casa (95,2 %)	Empleadas de oficina (83,3 %)	Ama de casa (77,8 %)
Nivel socioeconómico	Medio bajo (90,5 %)	Medio (58,3 %)	Medio (55,6 %)

*Los porcentajes de cada variable fueron calculados considerando la correspondiente a cada grupo.

Tabla 2. Variables que resultaron con un alto poder de clasificación por medio del método *Sparse Regression Classifiers* vía *General Linear Model* via *Elastic-Net (GLM-Net)*

Variable	%*
Problemas sociales (CPRS-R)	79,66
Lectura de palabras (ENI)	78,72
Comprensión en lectura de oraciones (ENI)	78,45
DSM-IV Síntomas inatento (CPRS-R)	73,51
Problemas cognitivos (CPRS-R)	71,42
Movimiento de oposición digital (SNB-ENI)	63,94
Índice TDAH (CPRS-R)	60,20
Dictado de sílabas (ENI)	57,96
Precisión de lectura en voz alta (ENI)	55,47
Agarre de lápiz (SNB-ENI)	53,89
Lectura de sílabas (ENI)	52,70
Primer EEG normal	52,64
Dictado de no palabras (ENI)	50,51

*Para cada variable se calculó el porcentaje de veces que fue seleccionada como clasificador, para reducir de esta manera la dimensión del problema. ENI: Evaluación Neuropsicológica Infantil; CPRS-R: Escala de Conners para Padres-Revisada; SNB: Signos Neurológicos Blandos; EEG: electroencefalograma.

Tabla 3. Valor de las *área under the curve (AUC)* marginales entre cada par de grupos

Total	Grupos 1-2	Grupos 1-3	Grupos 2-3
0,84	0,69	0,83	0,67

Con relación al grupo con más desventajas académicas y económicas (grupo 1), se encontró un peor desempeño en la ejecución de subpruebas de lectura y escritura, específicamente en lectura de palabras (KW: $X^2= 9,05$, $p= ,01$; 1 vs. 3: $U= 32$, $p= ,004$), comprensión en lectura de oraciones (KW: $X^2= 7,07$, $p= ,02$; 1 vs. 3: $U= 42,5$, $p= ,01$), lectura de sílabas (KW: $X^2= 5,28$; $p= ,07$) y dictado de sílabas (KW: $X^2= 5,77$, $p= ,05$; 1 vs. 3: $U= 47$, $p= ,02$).

Por otro lado, el grupo con mayores ventajas académicas y económicas (grupo 3), presentó una tendencia hacia problemas conductuales, específicamente de la atención, demostrados mediante la evaluación de las subescalas *problemas cognitivos* (KW: $X^2= 5,84$, $p= ,05$; 1 vs. 3: $U= 46,5$, $p= ,02$), *índice TDAH* (KW: $X^2= 5,61$, $p= ,06$; 1 vs. 3: $U= 47$, $p= ,03$) y *DSM-IV síntomas inatento* (KW: $X^2= 5,84$, $p= ,05$; 1 vs.3: $U= 48,5$, $p= ,03$).

Los SNB *agarre de lápiz y movimiento de oposición digital*, no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos. Sin embargo, aunque la ausencia de estos fue la condición prevalente, cuando las variables *agarre de lápiz o movimientos de oposición digital* estuvieron presentes, estas predominaron en el grupo 1 respecto al grupo 3 (7,1 vs. 0 %, para cada una de estas variables).

En cuanto al EEG, se observó que la variable clasificatoria fue el *primer EEG normal* y, aunque no hubo diferencias significativas entre los grupos, al evaluar esta variable en cada uno de ellos, se encontró que solo 3/21 niños del grupo 1 (14,3 %) tuvieron un EEG normal, 1/12 del grupo 2 y 3/9 niños del grupo 3 (33,3 %).

El 83,4 % (35/42 niños) presentaron anomalías en su primer EEG, principalmente APnE (34/35). El 50 % de estos niños (17/34), pertenecieron al grupo 1 (2 tuvieron AB lenta junto con la APnE), el 32,4 % (11/34) al grupo 2 y solo 6/34 niños (17,7 %) al grupo 3. La actividad paroxística epileptiforme (APE) estuvo presente en un solo niño y fue del grupo 1.

DISCUSIÓN

Esta investigación se basó en datos confiables sobre los factores de riesgo de daño cerebral perinatal, pues fueron documentados desde el nacimiento del bebé, y permitieron conocer, con mayor objetividad, su impacto sobre el neurodesarrollo. La gravedad de su efecto depende de diferentes características; por ejemplo, la presencia de varios factores simultáneos (los riesgos biológicos, sumados a otros socioambientales, producirán mayores afectaciones que las generadas por cada uno de estos factores por separado).³

Guinchat y otros²⁰ sugirieron que se deberían analizar los efectos múltiples de los factores de riesgo sobre el funcionamiento cerebral, más que centrarse en su repercusión de forma aislada. En esta investigación, la combinación individual de los factores fue variable: 1-10 (promedio=5), lo cual coincide con lo reportado por *Harmony* y otros,¹⁴ y le confiere a estos niños cierta vulnerabilidad a tener alteraciones neurológicas, cognitivas y del EEG.

Para establecer el estatus socioeconómico se ha recomendado utilizar un solo indicador, normalmente ocupación o educación de la madre, o la combinación de varios: la educación de los padres, la ocupación y el ingreso económico, para tener una medida directa del acceso familiar a los recursos económicos y sociales, debido a la complejidad que esto representa.^{21,22} En este trabajo, para tratar de determinar la relación entre el estatus socioeconómico y variables cognitivas, conductuales, neurológicas menores y del EEG, se exploró la presencia de grupos a partir de distintas variables socioeconómicas.

Se identificaron tres grupos a partir de las variables escolaridad de ambos padres, ocupación de la madre, nivel socioeconómico y salario mínimo mensual. El grupo 1 presentó las mayores desventajas económicas y académicas, comparado con los otros dos grupos, particularmente con el grupo más aventajado (grupo 3), mientras que el grupo 2 mostró características intermedias entre ambos (tabla 1).

Mediante el método de clasificación *Sparse Regression Classifiers* vía GLM-Net se determinaron 13 variables con alto poder de clasificación (79,7-50,5 %), pero ninguna de las variables del WISC-IV aportó información relevante para distinguir entre los grupos (tabla 2), lo cual no concuerda con lo referido en la literatura.^{23,24}

*Arán-Filippetti*²³ encontró, utilizando el WISC-IV, que los patrones de procesamiento cognitivo son inferiores en los niños de estrato socioeconómico bajo; mientras que, *Labin y Taborda*²⁴ reportaron que, a medida que aumentan los años de educación materna, mejoran las puntuaciones del Índice de Comprensión Verbal del WISC. Ellos sugirieron que una amplia formación escolar materna provee diversos recursos intelectuales, que favorecen el desarrollo de la capacidad intelectual y el buen desempeño académico de sus hijos.

No se tiene la certeza sobre cuáles fueron los factores que influyeron en los resultados obtenidos con el WISC-IV. Pudieran deberse a: 1) que los puntajes del CI total fueron ≥ 80 (criterio de inclusión), lo cual excluye a niños con un CI limítrofe o con deficiencia mental que hubieran podido generar resultados diferentes en relación con el estatus socioeconómico; y 2) que la terapia neurohabilitatoria recibida tempranamente por estos niños, compensara de cierta manera las desventajas socioeconómicas.

En cuanto, a las habilidades de lectura y escritura evaluadas a través de la ENI, se encontró que los niños del grupo 1 mostraron un menor rendimiento en las habilidades de lecto-escritura. Estos hallazgos son congruentes con los que señalan que el estatus socioeconómico, así como el ambiente familiar, se relacionan con las habilidades de lectura de los niños. Las características de las interacciones de padres e hijos y el tipo de actividades en que la familia se involucra, se ven afectadas por el nivel sociocultural, dado que influyen de manera importante en los niveles de logro de habilidades de lectura, escritura, matemáticas y otras competencias académicas.²⁵ Por tanto, los resultados de este trabajo coinciden con aquellos que señalan que el nivel general de desarrollo de habilidades lectoras y académicas, generalmente, es mejor en niños provenientes de clase media alta que en los de baja.²⁶⁻²⁸

En cuanto al nivel educativo de los padres, *Villaseñor* y otros²⁹ encontraron que los niños con padres de nivel educativo alto, mostraban una mejor ejecución en las tareas de atención y memoria, que aquellos con padres de nivel educativo bajo. En esta investigación, las madres con mayor ventaja socioeconómica tenían un nivel educativo superior, y eran amas de casa en su mayoría, lo que probablemente posibilitó que le dedicaran un poco más de tiempo a sus hijos en las tareas escolares; esto, comparado con las madres con desventaja socioeconómica y también amas de casa, pero con nivel educativo básico, pudiera ser el factor de mayor impacto en los bajos resultados de lecto-escritura de sus hijos.

Llamó la atención que los niños del grupo 3 revelaron una tendencia a presentar problemas de atención. En este resultado habría que considerar que la escala CPRS-R se basa en la percepción subjetiva que los padres tienen de sus hijos, y no representa la objetividad que tiene el profesional experimentado durante la aplicación de evaluaciones neuropsicológicas. *Loyo* y otros³⁰ mencionaron que, durante una evaluación neuropsicológica, existe un mayor control del contexto por parte del evaluador experimentado, sin interferencia de estímulos ambientales; en cambio, las respuestas emitidas por los padres, parten de una evaluación de la conducta de su hijo en contextos amplios, ya sea la casa o la escuela, donde existe gran variedad de estímulos distractores.

Ortiz-Luna y *Acle-Tomasin*³¹ estudiaron la manera en que los profesores y los padres califican las conductas del TDAH. Ellas encontraron que las madres y los profesores califican alto a los varones en los factores de hiperactividad y desatención, y no así a las niñas, por lo que concluyeron que, en población mexicana, madres y profesores, identifican con claridad conductas propias del TDAH en varones, pero no así en las niñas. Esto pudiera explicar los resultados encontrados en los niños del grupo 3

(todas la niñas tuvieron puntuaciones promedio en el Índice TDAH y el 75 % de los niños puntajes atípicos).

En los niños de esta investigación, los SNB *agarre de lápiz y movimiento de oposición digital*, fueron independientes de las condiciones socioeconómicas; pero, se observó que los que presentaban dificultades en el agarre de lápiz y en los movimientos al tocar los dedos de ambas manos con el dedo pulgar, pertenecieron al grupo con más desventajas socioeconómicas, lo que concuerda con la evidencia sobre el efecto adverso que tienen los factores de riesgo biológicos y ambientales para generar secuelas motoras sutiles.^{3,20}

En cuanto al EEG, cabe recordar que todos los niños tenían factores de riesgo de daño cerebral, que la mayoría presentó alteraciones en el primer registro (83,4 %) con predominio de APnE, y que esta puede presentarse en diferentes entidades, como los trastornos del aprendizaje y el TDAH.^{32,33} *Becker* y otros³³ encontraron anomalías en el EEG en niños con factores de riesgo de daño cerebral que presentaban trastornos del aprendizaje, principalmente actividad paroxística focal y no paroxística; mientras que, *Otero* y otros⁶ concluyeron que una estimulación ambiental inadecuada o insuficiente, constituye un factor importante para el retraso en la maduración cerebral.

Es importante destacar que el estudio de las condiciones socioeconómicas continúa siendo un problema vigente, como lo demuestran varias investigaciones recientes, las cuales se han enfocado en examinar el vínculo entre el estatus socioeconómico y el desarrollo cerebral estructural.³⁴⁻⁴³ *Noble* y otros,⁴⁴ por ejemplo, en un intento por caracterizar las asociaciones entre los factores socioeconómicos y la estructura cerebral de los niños, encontraron que la educación de los padres y el ingreso familiar participan en el desarrollo cerebral de regiones que son críticas para el lenguaje, las funciones ejecutivas y la memoria.

Por tanto, la presente investigación permitió evidenciar la presencia de al menos dos grupos con claras diferencias académicas y económicas entre sí, en una muestra de escolares con factores de riesgo de daño cerebral. Los niños pertenecientes a un status socioeconómico adverso tuvieron un peor desempeño en la ejecución de subpruebas de lectura y escritura, y una mayor prevalencia de hallazgos electroencefalográficos anormales, específicamente la presencia de APnE; mientras que, los niños con mayores ventajas socioeconómicas, mostraron una tendencia a presentar problemas de la atención.

La presencia de los signos neurológicos blandos *agarre de lápiz y movimiento de oposición digital* fueron independientes de las condiciones socioeconómicas. Asimismo, las variables del WISC-IV no fueron determinantes para diferenciar a los grupos entre sí.

En conclusión, los niños con factores de riesgo de daño cerebral representan una población particularmente vulnerable a alteraciones neurológicas, cognitivas y de la actividad eléctrica cerebral. El nivel académico y socioeconómico de los padres (incluido el aspecto laboral), resultan de utilidad para conocer el área de afectación más probable de esta población, a la vez que brinda la oportunidad de diseñar las terapias de intervención más adecuadas. Este estudio tiene como limitación que no se dispuso de información acerca de los estilos de crianza de los padres.

Agradecimientos

Al CONACyT (no. becario: 330814), por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto. A los proyectos PAPIIT IN204613 y DGAPA PAPIIT IA201417, por su apoyo parcial a esta investigación. Los autores agradecen también a las licenciadas *Karina López Paz* y *Ma. de Lourdes Lara Ayala*, a la doctora *María Elena Juárez Colín*, a los ingenieros *Héctor Belmont Tamayo*, *Ramón Martínez Olvera* y *Paulina Álvarez*, a la máster en ciencias *Leonor Casanova Rico*, así como a la laboratorista *Rosa María Hernández*, por su apoyo para llevar a cabo este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Duncan GJ, Magnuson K. Socioeconomic status and cognitive functioning: moving from correlation to causation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2012;3(3):377-86.
2. Harmony T, Marosi E, de León AE, Becker J, Fernández T. Effect of sex, psychosocial disadvantages and biological risk factors on EEG maturation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1990;75(6):482-91.
3. Harmony T. Factores que inciden en el desarrollo del sistema nervioso del niño. En: Corsi CM. *Aproximaciones a las neurociencias de la conducta*. México: Facultad de Psicología; 1996. p. 213-34.
4. Peterson BS, Vohr B, Staib LH, Cannistraci CJ, Dolberg A, Schneider KC, et al. Regional brain volume abnormalities and long-term cognitive outcome in preterm infants. *JAMA*. 2000;284(15):1939-47.
5. Bhutta AT, Cleves MA, Casey PH, Cradock MM, Anand KJS. Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta-analysis. *JAMA*. 2002;288(6):728-37.
6. Otero GA, Pliego-Rivero FB, Fernández T, Ricardo J. EEG development in children with sociocultural disadvantages: a follow-up study. *Clinical Neurophysiology*. 2003;114(10):1918-25.
7. Larroque B, Ancel PY, Marret S, Marchand L, André M, Arnaud C, et al. Neurodevelopmental disabilities and special care of 5-year-old children born before 33 weeks of gestation (the EPIPAGE study): a longitudinal cohort study. *The Lancet*. 2008;371(9615):813-20.
8. Aarnoudse-Moens CS, Smidts DP, Oosterlaan J, Duivenvoorden HJ, Weisglas-Kuperus N. Executive function in very preterm children at early school age. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 2009;37(7):981-93.
9. Volpe JJ. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *The Lancet Neurology*. 2009;8(1):110-24.

10. Clark CA, Woodward LJ. Neonatal cerebral abnormalities and later verbal and visuospatial working memory abilities of children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*. 2010;35(6):622-42.
11. Charkaluk ML, Truffert P, Fily A, Ancel PY, Pierrat V. Neurodevelopment of children born very preterm and free of severe disabilities: the Nord-Pas de Calais Epipage cohort study. *Acta Paediatrica*. 2010;99(5):684-9.
12. Luu TM, Ment L, Allan W, Schneider K, Vohr BR. Executive and memory function in adolescents born very preterm. *Pediatrics*. 2011;127(3):e639-e646.
13. Woodward LJ, Clark CA, Bora S, Inder TE. Neonatal white matter abnormalities an important predictor of neurocognitive outcome for very preterm children. *PLoS One*. 2012;7(12):e51879.
14. Harmony T, Barrera-Reséndiz J, Juárez-Colín ME, Carrillo-Prado C, Pedraza-Aguilar M, Ramírez AA, et al. Longitudinal study of children with perinatal brain damage in whom early neurohabilitation was applied: Preliminary report. *Neuroscience Letters*. 2016;611:59-67.
15. Diario Oficial de la Federación. Tomo DCCXVI No. 18, México, D.F., lunes 27 de mayo de 2013.
16. Friedman J, Hastie T, Simon N, Tibshirani R, Hastie MT, Matrix D. Package 'glmnet'. *Journal of Statistical Software*. 2010a;33:1.
17. Friedman J, Hastie T, Tibshirani R. Regularization paths for generalized linear models via coordinate descent. *Journal of Statistical Software*. 2010b;33(1):1.
18. Cerda J, Cifuentes L. Uso de curvas ROC en investigación clínica: Aspectos teórico-prácticos. *Revista Chilena de Infectología*. 2012;29(2):138-41.
19. Obuchowski NA. Estimating and Comparing Diagnostic Tests' Accuracy When the Gold Standard Is Not Binary 1. *Academic Radiology*. 2005;12(9):1198-204.
20. Guinchat V, Thorsen P, Laurent C, Cans C, Bodeau N, Cohen D. Pre-, peri-and neonatal risk factors for autism. *Acta Obstetrician et Gynecologica Scandinavica*. 2012;91(3):287-300.
21. Noble KG, Norman MF, Farah MJ. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*. 2005;8(1):74-87.
22. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*. 2007;10(4):464-80.
23. Arán-Filippetti V. Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*. 2011;29(1):98-113.
24. Labin A, Tabora A. Relación entre el nivel educativo materno y el desempeño en el WISC-IV: un estudio piloto. En: VI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XXI. Jornadas de Investigación. Décimo Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Buenos Aires: Facultad de Psicología-Universidad de Buenos Aires; 2014.

25. Molfese VJ, Modglin A, Molfese DL. The role of environment in the development reading skills: A longitudinal study of preschool and school age measures. *Journal of Learning Disabilities*. 2003;36(1):59-67.
26. Caro DH, McDonald JT, Willms JD. Socioeconomic Status and Academic Achievement Trajectories from Childhood to Adolescence. *Canadian Journal of Education*. 2009;32(3):558-90.
27. Desert M, Preaux M, Jund R. So Young and already Victims of Stereotype Threat: Socio-Economic Status and Performance of 6 to 9 Years Old Children on Raven's Progressive Matrices. *European Journal of Psychology of Education*. 2009;24(2):207-18.
28. Van Ewijk R, Slegers P. The Effect of Peer Socioeconomic Status on Student Achievement: a Meta-Analysis. *Educational Research Review*. 2010;5(2):134-50.
29. Villaseñor EM, Martín AS, Díaz EG, Rosselli M, Ardila A. Influencia del nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 2009;41(2):257-76.
30. Loyo JR, Taracena AM, Loyo LMS, Matute E, Garrido AG. Relación entre el Funcionamiento Ejecutivo en Pruebas Neuropsicológicas y en el Contexto Social en Niños con TDAH. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. 2011;11(1):1-16.
31. Ortiz-Luna JA, Acle-Tomasini G. Diferencias entre padres y maestros en la identificación de síntomas del trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niños mexicanos. *Rev Neurol*. 2006;42(1):17-21.
32. Becker J, Velasco M, Harmony T, Marosi E, Landázuri AM. Electroencephalographic characteristics of children with learning disabilities. *Clinical EEG (electroencephalography)*. 1987;18(2):93-101.
33. Richer LP, Shevell MI, Rosenblatt BR. Epileptiform abnormalities in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Pediatric Neurology*. 2002;26(2):125-9.
34. Chiang MC, McMahon KL, de Zubicaray GI, Martin NG, Hickie I, Toga AW, et al. Genetics of white matter development: a DTI study of 705 twins and their siblings aged 12 to 29. *Neuroimage*. 2011;54(3):2308-17.
35. Hanson JL, Chandra A, Wolfe BL, Pollak SD. Association between income and the hippocampus. *PloS One*. 2011;6(5):e18712.
36. Jednoróg K, Altarelli I, Monzalvo K, Fluss J, Dubois J, Billard C, et al. The influence of socioeconomic status on children's brain structure. *PloS One*. 2012;7(8):e42486.
37. Noble KG, Grieve SM, Korgaonkar MS, Engelhardt LE, Griffith EY, Williams LM, et al. Hippocampal volume varies with educational attainment across the life-span. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2012a;6:307.
38. Noble KG, Houston SM, Kan E, Sowell ER. Neural correlates of socioeconomic status in the developing human brain. *Developmental Science*. 2012b;15(4):516-27.

39. Staff RT, Murray AD, Ahearn TS, Mustafa N, Fox HC, Whalley LJ. Childhood socioeconomic status and adult brain size: Childhood socioeconomic status influences adult hippocampal size. *Annals of Neurology*. 2012;71(5):653-60.
40. Lawson GM, Duda JT, Avants BB, Wu J, Farah MJ. Associations between children's socioeconomic status and prefrontal cortical thickness. *Developmental Science*. 2013;16(5):641-52.
41. Luby J, Belden A, Botteron K, Marrus N, Harms MP, Babb C, et al. The effects of poverty on childhood brain development: the mediating effect of care giving and stressful life events. *JAMA Pediatrics*. 2013;167(12):1135-42.
42. Noble KG, Korgaonkar MS, Grieve SM, Brickman AM. Higher education is an age-independent predictor of white matter integrity and cognitive control in late adolescence. *Developmental Science*. 2013;16(5):653-64.
43. Hanson JL, Hair N, Shen DG, Shi F, Gilmore JH, Wolfe BL, et al. Correction: Family Poverty Affects the Rate of Human Infant Brain Growth. *PloS One*. 2015;10(12):e0146434.
44. Noble KG, Houston SM, Brito NH, Bartsch H, Kan E, Kuperman JM, et al. Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature Neuroscience*. 2015;18(5):773-8.

Recibido: 30 de agosto de 2017.

Aprobado: 17 de enero de 2018.

Maricarmen Jiménez-Colín. Unidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola". Instituto de Neurobiología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bulevar. Juriquilla 3 001, C.P. 76 230, Santiago de Querétaro. Querétaro, México. Correo electrónico: maricar.jim27@gmail.com