

## Estado nutricional y neurodesarrollo infantil Nutritional status and childhood neurodevelopment

Ana Cristina Castañeda Márquez <sup>a</sup>, José Ángel Hernández Mariano <sup>b</sup> Jaime Salvador Moysén <sup>c</sup>,  
Yolanda Martínez López <sup>d</sup>

### Abstract:

Neurodevelopment in childhood represents a fundamental aspect that promotes the full development of an individual's abilities and skills. These elements are essential to stop the intergenerational cycle of poverty and increase opportunities for a better quality of life. Several factors have been associated with neurodevelopmental disorders, nutritional status being one of the most important. Today, childhood overweight and obesity constitute a major public health problem worldwide. However, nutritional deficiency-related events continue to have a significant impact on child health. Thus, it is necessary to understand the impact that nutrition-related problems may have on the proper development of the population, especially in the initial stages where the presence of gaps could have important long-term consequences. Therefore, this manuscript presents a narrative review of the scientific evidence on the relationship between neurodevelopment and nutrition-related problems, such as anemia, malnutrition, and overweight or obesity.

### Keywords:

Childhood neurodevelopment, anemia, overweight, obesity, nutritional status

### Resumen:

El neurodesarrollo en la infancia representa un aspecto fundamental que promueve el pleno desarrollo de las capacidades y destrezas de un individuo. Estos elementos son esenciales para detener el ciclo intergeneracional de la pobreza y aumentar las oportunidades para una mejor calidad de vida. Varios factores se han asociado con los trastornos del neurodesarrollo, siendo el estado nutricional uno de los más importantes. Hoy en día, el sobrepeso y la obesidad infantiles constituyen un importante problema de salud pública a nivel mundial. Sin embargo, los eventos relacionados con deficiencias nutricionales siguen teniendo un impacto significativo en la salud infantil. Así, es necesario comprender el impacto que los problemas relacionados con la nutrición pueden tener en el adecuado desarrollo de la población, especialmente en las etapas iniciales donde la presencia de brechas podría tener importantes consecuencias a largo plazo. Por lo tanto, este manuscrito presenta una revisión narrativa de la evidencia científica sobre la relación entre el neurodesarrollo y los problemas relacionados con la nutrición, como la anemia, la desnutrición y el sobrepeso u obesidad.

### Palabras Clave:

Neurodesarrollo infantil, anemia, sobrepeso, obesidad, estado nutricional

## Introducción

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Juárez del Estado de Durango | Instituto de Investigación Científica/Cuerpo Académico de Salud Pública y Epidemiología (CA-UJED-85) | Durango-Durango | México, <https://orcid.org/0000-0001-6948-5892>, Email: [cristy\\_acm@hotmail.com](mailto:cristy_acm@hotmail.com)

<sup>b</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango | Instituto de Investigación Científica/Cuerpo Académico de Salud Pública y Epidemiología (CA-UJED-85) | Durango-Durango | México, <https://orcid.org/0000-0003-0339-5610>, Email: [j\\_a\\_hm@hotmail.com](mailto:j_a_hm@hotmail.com)

<sup>c</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango | Instituto de Investigación Científica/Cuerpo Académico de Salud Pública y Epidemiología (CA-UJED-85) | Durango-Durango | México, <https://orcid.org/0000-0002-2133-5905>, Email: [jsmoysen@ujed.mx](mailto:jsmoysen@ujed.mx)

<sup>d</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango | Instituto de Investigación Científica/Cuerpo Académico de Salud Pública y Epidemiología (CA-UJED-85) | Durango-Durango | México, <https://orcid.org/0000-0002-7739-8681>, Email: [ymtzlopez@ujed.mx](mailto:ymtzlopez@ujed.mx)

El neurodesarrollo es un proceso de maduración biológica del sistema nervioso central en el cual el cerebro va adquiriendo nuevas habilidades en las diferentes áreas del desarrollo: motora, comunicación, cognitiva y social; lo que le permite al individuo desenvolverse en un entorno social, a través del lenguaje, el desplazamiento, expresión de emociones, entre otras (1,2). Comienza en el momento de la concepción y continúa hasta que finaliza la vida; en este proceso el desarrollo se lleva a cabo a través de una interacción entre factores genéticos del individuo y el medio ambiente, donde la nutrición y el ambiente familiar tienen un papel importante (1,3).

En este sentido, aquellos niños que desde su nacimiento están expuestos a las mejores condiciones para su desarrollo, es decir, que cuentan con la oportunidad de tener una atención y aprendizaje temprano; una adecuada nutrición y una atención oportuna de su salud tienen más posibilidades de tener resultados positivos tanto para desenvolverse con las demás personas como en cuestiones de salud a corto y a largo plazo, en comparación con aquellos niños que desde etapas tempranas están expuestos a carencias nutricionales, situaciones de pobreza y acceso limitado a oportunidades de aprendizaje y cuidados de su salud (4).

Cuando el proceso se lleva a cabo de manera adecuada se estimula la maduración orgánica y funcional del sistema nervioso, el desarrollo de las funciones psíquicas y la conformación de la personalidad de los individuos; el resultado de todo esto es la formación de un individuo capaz de responder a sus necesidades y a las del medio que lo rodea (5,6). Sin embargo, existe una serie de alteraciones que se pueden presentar en la primera infancia y obstaculizan la correcta maduración y funcionamiento del cerebro (7); con frecuencia esas alteraciones en el neurodesarrollo pueden manifestarse por retrasos en alcanzar las habilidades esperadas para su edad (hitos del desarrollo) en las áreas: motoras, de comunicación o de interacción social (8).

Las causas de los problemas en el neurodesarrollo infantil son diversas, involucra la interacción entre los aspectos biológicos y las experiencias vividas en el medio ambiente (6); al respecto, la exposición a ambientes que no propician el desarrollo pleno de los niños, tal es el caso del bajo nivel socioeconómico, saneamiento inadecuado, bajo nivel educativo de los padres, hacinamiento, así como una inadecuada nutrición tendrán efectos negativos en el crecimiento y desarrollo saludable y, en el caso específico de los aspectos nutricionales, la presencia de desnutrición

podría desencadenar problemas importantes en el desarrollo temprano del cerebro y por tanto, alterar el desarrollo normal del niño (9–11). Por otra parte, aunque ha sido menos estudiado, el escenario contrario a la desnutrición, es decir, la presencia de sobrepeso u obesidad, también se ha documentado que tiene un impacto sobre el neurodesarrollo infantil (10).

Desde hace décadas, los problemas relacionados con la nutrición por defecto y por exceso han cobrado una gran importancia y han encendido las señales de alerta debido al incremento en sus prevalencias, lo que los ha posicionado como uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial.

En este sentido, existe evidencia que muestra como las alteraciones en el estado nutricional durante la infancia, pueden propiciar no solamente alteraciones metabólicas en la vida adulta, sino también afectaciones en el neurodesarrollo de los niños. Durante esta etapa existe un rápido crecimiento del sistema nervioso, por lo que es esencial que el cuerpo disponga de los nutrientes necesarios para satisfacer las demandas para el crecimiento y desarrollo, así como el correcto funcionamiento de todo el organismo; lo cual implica fortalecer los mecanismos alostáticos que aseguren una estabilidad de los diferentes sistemas regulatorios de carácter fisiológico, posibilitando la adaptación y afrontamiento exitoso a las diferentes demandas y desafíos de carácter ambiental, tanto biológicas como psicológicas propias de esta etapa del desarrollo (12,13).

Debido a lo anterior resulta fundamental el conocimiento de la relación que los problemas relacionados con la nutrición tienen con el neurodesarrollo infantil, por lo que este manuscrito se enfoca en presentar una revisión narrativa de la evidencia existente que vincula las alteraciones en el neurodesarrollo infantil y problemas relacionados con la nutrición como: anemia, desnutrición, sobrepeso y obesidad infantil.

## Proceso de neurodesarrollo

Existen procesos que son esenciales para el correcto neurodesarrollo de los niños, estos se engloban en las funciones centrales del neurodesarrollo:

### Función sensorial y neuromotora

El desarrollo sensorial comienza durante la gestación y resulta fundamental para que los niños puedan experimentar, comprender y manipular el entorno que los rodea; esta función incluye los aspectos auditivos,

visuales, táctiles y propioceptivos. A partir de las experiencias vividas se crean nuevas vías neuronales y las que ya estaban presentes se refuerzan, lo que implica una maduración del cerebro. Generalmente se describen dos formas de capacidad neuromotora, la función motora fina y la coordinación motora gruesa (14).

#### Lenguaje

Es una de las funciones cognitivas más importantes y de mayor dificultad, involucra una función receptiva que tiene que ver con la comprensión y entendimiento auditivo y, una expresiva, que se refiere a la producción del habla y lenguaje y/o comunicación (15).

#### Función visuoespacial

El funcionamiento de la vista involucra el correcto funcionamiento de estructuras como son la retina, las células ópticas, el quiasma óptico, los nervios ópticos, el tronco del encéfalo, el tálamo, las regiones de procesamiento visual primarias, secundarias, el lóbulo temporal y el lóbulo parietal. Dentro de las cuestiones primordiales en el desarrollo del procesamiento visual de los niños se encuentran las relaciones espaciales, que implican la capacidad para percibir con precisión los objetos, así como la relación de estos con otros objetos; la discriminación visual, que es la capacidad para identificar objetos con respecto a sus particularidades (formas, color, tamaño, etc.); el cierre visual, es decir, la capacidad para reconocer un objeto aun cuando este no puede observarse completamente (14).

#### Función intelectual

Es la capacidad que se tiene para solucionar problemas, razonar, comprender y realizar pensamiento abstracto. Esta función involucra a otros factores como el lenguaje, la genética, las funciones sensoriales y motoras, el ambiente y el neurodesarrollo del individuo (14,15).

#### Memoria

Es el mecanismo mediante el cual una persona adquiere información, la conserva y la recuerda. Para que se lleve a cabo este proceso es necesario el correcto funcionamiento de otras áreas del cerebro, por ejemplo, el hipocampo, el fórnix, los lóbulos temporales y el cerebelo. El proceso se lleva a cabo a través de dos pasos importantes 1) identificación de la información, 2) codificación y registro de la información (14,15).

#### Cognición social

Consiste en un conjunto de procesos mentales en los que un individuo entiende su entorno e interactúa con él. Dentro de este conjunto de procesos se encuentran la capacidad de reconocer, interpretar, dar sentido a los

pensamientos, las comunicaciones, las acciones de las demás personas, la memoria, el lenguaje, entre otras (14,15).

#### Función ejecutiva

Esta función implica procesos neurocognitivos específicos que involucran la regulación, organización y monitoreo de los pensamientos y acciones con el propósito de alcanzar un objetivo en específico. Los procesos que se consideran en esta función son inhibición o control de impulsos, flexibilidad cognitiva o mental, control de las emociones, inicio de habilidades, planificación, organización, memoria de trabajo y autocontrol (14,15).

### **Prevalencia de alteraciones en el neurodesarrollo infantil**

A la fecha, existen diversas estimaciones de la frecuencia de alteraciones en el neurodesarrollo de los niños, sin embargo, su precisión es cuestionable debido a la dificultad para establecer criterios claros y uniformes para determinar una definición (6). A nivel global, algunas estimaciones han reportado que alrededor de un 10% de la población infantil no alcanza los hitos en el desarrollo motor para su edad, mientras que entre el 8 y el 10% no lo hacen en el área de comunicación (16,17). Algunos países de América Latina han realizado estimaciones al respecto, por ejemplo, en Argentina Lejarraga y colaboradores, en el 2008 reportaron en una muestra de 839 niños una prevalencia de aproximadamente el 20% de retraso en el neurodesarrollo medido a través del Inventario de Desarrollo Battelle, el cual es una batería que evalúa las habilidades fundamentales del desarrollo en niños (18), por otro lado, en Chile en una muestra de 350 000 niños menores de 2 años se reportaron porcentajes que oscilaron entre el 13.5 y 16.6% de niños con riesgo o retraso en el desarrollo psicomotor entre los años 2008 y 2011(19). En el caso de México, Alonso López y colaboradores en 2023, reportaron que alrededor del 18% de los participantes de su estudio se clasificaron en rezago, es decir, no alcanzaron los hitos del desarrollo para su edad, y el 24% con riesgo de retraso en el desarrollo, pues este grupo no alcanzó los hitos para su edad pero tampoco los de la edad inmediata anterior, siendo el área del lenguaje la más afectada (20); otro estudio que incluyó información de niños pertenecientes a diversos estados de la república mexicana reportó una prevalencia de 20.5% y 19.5% de retraso en el desarrollo grave y moderado, respectivamente (21); así mismo, en otro estudio realizado en la ciudad de México en el 2013 donde se tuvo una muestra de 293 niños de

12 meses se obtuvo que solo entre el 17 y 25% de los niños realizaba actividades propias para esa edad en lo que respecta al desarrollo motor y del lenguaje (22); a pesar de que los estudios antes mencionados utilizan muestras relativamente pequeñas para realizar estimaciones de la frecuencia de alteraciones en el neurodesarrollo, los resultados que se obtuvieron reflejan un problema importante en el desarrollo normal de los niños que requiere ser atendido, ya que de no ser así podría tener consecuencias sobre el desarrollo del potencial de las capacidades y habilidades de los individuos, reflejándose en un menor coeficiente intelectual y, por tanto un bajo desempeño académico y, a largo plazo en una menor posibilidad para obtener empleo y un mayor nivel socioeconómico (6,23).

### **Neurodesarrollo y anemia infantil**

La anemia es un problema de salud en el que existe una disminución en la cantidad de glóbulos rojos o en la concentración de hemoglobina contenida en los glóbulos rojos, y esta disminución limita al organismo para satisfacer sus necesidades fisiológicas (24,25). La etiología de la anemia es diversa, sin embargo, la deficiencia de hierro es la causa más frecuente de anemia en el mundo y uno de los grupos etarios más afectados son los niños menores de 5 años (24). Los primeros años de vida son una ventana de oportunidad para el crecimiento y desarrollo cerebral, por lo que la presencia de anemia en esta etapa podría tener impacto de manera importante sobre el desarrollo cognitivo de los niños implicando repercusiones a largo plazo (26). La literatura existente indica que el hierro es fundamental durante el proceso de desarrollo cerebral, pues evidencia experimental en modelos animales ha mostrado que la deficiencia de hierro podría afectar al centro de aprendizaje y memoria del cerebro, así como el proceso de mielinización (27–29), además estos modelos también han mostrado un impacto en la plasticidad sináptica durante el desarrollo del hipocampo; por otro lado, la deficiencia de hierro puede causar modificaciones en la estructura neuronal, la cual es fundamental para que se lleve a cabo el procesamiento de la información (28). Los niveles adecuados de hierro resultan esenciales también en la producción de enzimas que participan en la síntesis de neurotransmisores como la dopamina, la cual tiene un papel importante en la regulación de las emociones, la recompensa y el placer, procesos cognitivos, así como la liberación de hormonas (30).

La evidencia de estudios epidemiológicos mantiene consistencia con los datos reportados por las investigaciones experimentales y con los mecanismos

biológicos antes descritos. Ávila y colaboradores en el 2018 analizaron una muestra de 37,495 niños entre 11 y 13 meses de edad residentes de diferentes estados de la República Mexicana, encontrando que aquellos niños con anemia tenían más posibilidades de presentar retraso en el neurodesarrollo moderado o grave en comparación con aquellos niños sin anemia (21). Asimismo, un metaanálisis realizado por Sania y colaboradores en el 2019 analizó artículos que incluyeron niños menores de 7 años de países como Asia, África Subsahariana, de América Latina y Europa, reportando que la presencia de anemia en los niños se asoció con menores puntuaciones en el desarrollo motor y cognitivo en comparación con los niños que no presentaron anemia (Diferencia de medias estandarizada -0.18 y -0.11, respectivamente) (31).

### **Neurodesarrollo y desnutrición infantil**

La desnutrición infantil es el resultado de una falta de ingestión de alimentos, un incremento en los requerimientos del organismo, del gasto excesivo de estos o de la combinación de estos tres elementos (32), lo que se puede ver reflejado en alteraciones en los indicadores antropométricos de bajo peso para la edad, baja talla para la edad y emaciación, los cuales son ampliamente utilizados para la vigilancia de este tipo de problemas en la población infantil. En cuanto a cifras, de acuerdo con los datos reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2022 existían un total de 149 millones de niños de menos de 5 años con retraso en el crecimiento y, en América Latina y el Caribe, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) describe que para el 2020 el 11.3% de los niños menores de 5 años presentaron desnutrición crónica; en el caso específico de México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022 (ENSANUT 2022) indica que el 4.1% de los niños menores de 5 años presentaron bajo peso para la edad; el 12.8% baja talla; 0.8% emaciación y el 7.7% sobrepeso u obesidad, cifras que se han mantenido constantes desde 1999 hasta el 2022 (33).

La desnutrición implica alteraciones en diversas funciones del organismo; a nivel de sistema nervioso central, la escasez de nutrimentos durante etapas importantes, como la maduración del cerebro, se ha asociado con cambios a nivel bioquímico, tales como: alteraciones en la mielinización y disminución de los neurotransmisores, del número de células y del ácido desoxirribonucleico neuronal, lo que a su vez podría modificar la estructura y función del cerebro, alterando el funcionamiento de las estructuras neurales de las que

derivan las funciones cognitivas y del comportamiento (32).

Algunos autores han estudiado la asociación entre el estado nutricional y sus resultados en el neurodesarrollo infantil; por ejemplo, Liu y Raine en el 2017 investigaron la asociación entre deficiencia nutricional y el funcionamiento social en niños de 3 años, encontrando que los niños con indicadores de desnutrición presentaron un deterioro de la conducta social, teniendo impacto negativo sobre las áreas del comportamiento social, comportamiento exploratorio, alcance de la verbalización, amabilidad y juego social activo en comparación con aquellos niños que no presentaba algún indicador de desnutrición(34). Asimismo, Wei y colaboradores en el 2021 reportaron una asociación entre el estado nutricional medido a través del IMC a los seis meses de vida y el desarrollo neurológico a los 12 meses de edad; encontrando que conforme incrementa el IMC hay una reducción significativa en el cociente de neurodesarrollo (Escala de Desarrollo Gesell) en los dominios de motricidad gruesa y comportamiento social (35). Por otro lado, Fuentesfría y colaboradores en el 2018 encontraron una correlación positiva entre algunos indicadores antropométricos como el IMC y el neurodesarrollo en sus áreas: motora gruesa, motora fina y lenguaje, variables medidas a los 8 meses en niños pretérmino (36); otro reporte importante es el de Ávila y colaboradores en el 2018, quienes analizaron niños entre 11 y 13 meses de edad residentes de diferentes municipios de las 32 entidades federativas de la República Mexicana, encontrando que aquellos niños con talla baja tenían más posibilidades de presentar retraso en el neurodesarrollo, moderado o grave, en comparación con aquellos niños con talla normal (OR= 1.24, valor  $p=0.001$ ) (21).

### **Neurodesarrollo y sobrepeso u obesidad infantil**

En el otro extremo, el sobrepeso y la obesidad también han sido asociados con la ocurrencia de algunos trastornos del desarrollo (37). La obesidad es una enfermedad crónica que involucra una acumulación excesiva de grasa corporal y presencia de inflamación subclínica de bajo grado (38); aunque hasta el momento la evidencia es escasa, se ha sugerido que la obesidad infantil podría repercutir de manera importante sobre alteraciones en la cognición, sugiriendo mecanismos biológicos que involucran la alteración en las estructuras del cerebro y disminución del rendimiento motor relacionado con un sistema musculoesquelético deteriorado (10). Una revisión sistemática que incluyó

estudios transversales y longitudinales realizados en personas de entre 5 y 70 años, reportó con respecto a las funciones ejecutivas que aquellos individuos que presentan sobrepeso u obesidad muestra una mayor dificultad en la realización de tareas que implican una flexibilidad cognitiva, así como mayores déficits en esta área; asimismo, en un buen número de estudios analizados se observó que los participantes con obesidad tenían un menor control inhibitorio y un peor desempeño en la realización de tareas que implican memoria de trabajo, así como un peor desempeño en la toma de decisiones, planificación y resolución de problemas (39). Por otro lado, en un estudio de cohorte realizado en niños de 3 años se mostró una asociación negativa entre la obesidad a los 3 años y la capacidad de construcción de patrones (habilidad visuoespacial) a los 5 años, en comparación con quienes tenían un peso saludable; en otro estudio realizado también en preescolares se observaron diferencias significativas en el área de psicomotricidad entre los niños con peso normal en comparación con los niños con sobrepeso u obesidad (40). Por último, otro estudio reportó niveles significativamente más bajos en el área motora, destreza manual y habilidades de equilibrio estático y dinámico en niños con obesidad (41).

### **Conclusiones**

Esta revisión presentó evidencia científica que vincula los problemas relacionados con la nutrición, tales como; anemia, desnutrición, sobrepeso u obesidad y el neurodesarrollo infantil.

La etapa infantil representa un periodo de oportunidad para el crecimiento y desarrollo saludable de un individuo, por lo que exposiciones tempranas a factores de riesgo, como lo son los problemas relacionados con la nutrición, ya sea por defecto o por exceso, podrían tener repercusiones importantes para la salud y calidad de vida de las personas a largo plazo.

Sin embargo, aún son escasos los estudios que investigan los mecanismos que vinculan la presencia de problemas de nutrición por exceso con el neurodesarrollo, por lo que aún se requieren más estudios de carácter eco-epidemiológico, que permitan dilucidar la relación que existe entre los factores biológicos y socio ambientales sobre el neurodesarrollo infantil.

Las afectaciones en el estado nutricional resultan del desequilibrio entre las necesidades y el gasto de energía alimentaria y otros nutrientes esenciales. Sin embargo,

el acceso a alimentos inocuos y saludable en cantidad suficiente, depende en gran medida de los factores económicos, políticos y sociales a los que los individuos están expuestos, por tal motivo, es preciso que los tomadores de decisiones en el ámbito de salud pública promuevan estrategias que coadyuven a la formulación de políticas públicas que permitan incidir en los determinantes sociales de la salud, con la intención de prevenir problemas relacionados con la nutrición. Asimismo, es importante reforzar en la atención primaria de la salud, con acciones destinadas a la identificación oportuna y control de alteraciones en el estado nutricional y en el neurodesarrollo infantil, de tal manera que pueda iniciarse un adecuado control y seguimiento de aquellos niños que presenten dichas afecciones. Las consultas de control prenatal representan una oportunidad importante para informar a los padres los beneficios y riesgos de una adecuada nutrición durante la gestación y en la infancia. Finalmente, para asegurar el adecuado desarrollo infantil, es esencial la colaboración multisectorial; en este sentido las escuelas de educación inicial son espacios idóneos para la identificación de poblaciones en riesgo y para promover estilos de vida saludable.

## Agradecimientos

Ana Cristina Castañeda-Márquez expresa su agradecimiento al CONAHCYT por el apoyo brindado con la beca de Estancias Posdoctorales por México, Convocatoria 2022(3).

## Referencias

- [1] Ruiz Arciniega JG, Palomino Sarmiento VC, Enríquez Bravo GR. La desnutrición infantil y su efecto en el neurodesarrollo: una revisión crítica desde la perspectiva ecuatoriana. *Mikarimin Revista Científica Multidisciplinaria*. 2021;7(2):131-46.
- [2] Förster J, López I. Neurodesarrollo humano: un proceso de cambio continuo de un sistema abierto y sensible al contexto. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2022;33(4):338-46.
- [3] Apert V, Carsuzaa F, Tonnerre D, Leclerc J, Lebreton JP, Delagranda A, et al. La réhabilitation vocale par implant phonatoire après laryngectomie totale: une étude observationnelle des résultats fonctionnels, complications et qualité de vie. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*. 2022;139(2):73-7.
- [4] Shonkoff JP, Garner AS, Comité de Aspectos Psicosociales de la Salud Infantil y Familiar, Comité de Primera Infancia, Adopción y Cuidado de Personas Dependientes, Sección de Pediatría del Desarrollo y del Comportamiento. Los efectos a lo largo de la vida de la adversidad y el estrés tóxico en la primera infancia. *Pediatría*. 2012;129(1): e232-46.
- [5] Luna Hernández JA, Hernández Arteaga II, Rojas Zapata AF, Cadena Chala MC. Estado nutricional y neurodesarrollo en la primera infancia. *Rev Cubana Salud Pública*. 2018; 44 (4).
- [6] Figueiras AC. Manual para la Vigilancia del Desarrollo Infantil (0-6 Años) en el Contexto de AIEPI. 2011. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/manual-para-vigilancia-desarrollo-infantil-0-6-anos-contexto-aiepi-segunda-edicion-2011>.
- [7] Salvador-Carulla L, Reed GM, Vaez-Azizi LM, Cooper SA, Martínez-Leal R, Bertelli M, et al. Intellectual developmental disorders: towards a new name, definition and framework for «mental retardation/intellectual disability» in ICD-11. *World Psychiatry*. 2011;10(3):175-80
- [8] Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The Lancet*. 2007;369(9555):60-70.
- [9] John CC, Black MM, Nelson CA. Neurodevelopment: The Impact of Nutrition and Inflammation During Early to Middle Childhood in Low-Resource Settings. *Pediatrics*. 2017;139(Suppl 1): S59-71
- [10] Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Mur Villar N, Hermoso Rodríguez E, Latorre García J. Efecto de la nutrición sobre el crecimiento y el neurodesarrollo en el recién nacido prematuro: revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;31(2):716-29.
- [11] Lalanne C, Falissard B, Golsé B, Vaivre-Douret L. Refining developmental coordination disorder subtyping with multivariate statistical methods. *BMC Med Res Methodol*. 2012; 12:107.
- [12] Sterling P. Principles of Allostasis: Optimal Design, Predictive Regulation, Pathophysiology, and Rational Therapeutics. In: Schulkin J, editor. *Allostasis, Homeostasis, and the Costs of Physiological Adaptation*. Cambridge: Cambridge University Press; 2004. p. 17-64.
- [13] McEwen BS. Protective and Damaging Effects of the Mediators of Stress and Adaptation: Allostasis and Allostatic Load. In: Schulkin J, editor. *Allostasis, Homeostasis, and the Costs of Physiological Adaptation*. Cambridge: Cambridge University Press; 2004. p. 65-98
- [14] Lalanne C, Falissard B, Golsé B, Vaivre-Douret L. Refining developmental coordination disorder subtyping with multivariate statistical methods. *BMC Med Res Methodol*. 2012; 12:107
- [15] Kliegman RM, Geme III J, Blum NJ, Tasker R, Shah SS, Wilson KM, et al. *Nelson Tratado de Pediatría*. 21.a ed. España: Elsevier; 2020
- [16] Papalia DE, Martorell G. *Desarrollo Humano*. 13.a ed. Mc-Graw-Hill; 2015.
- [17] Aremu SK, Afolabi OA, Alabi BS, Elemunkan IO. Epidemiological Profile of Speech and Language Disorder in North Central Nigeria. *Int J Biomed Sci*. 2011;7(4):268-72
- [18] Lejarraga H, Menéndez AM, Menzano E, Guerra L, Biancato S, Pianelli P, et al. PRUNAPE: pesquisa de trastornos del desarrollo psicomotor en el primer nivel de atención. *Archivos argentinos de pediatría*. abril de 2008;106(2):119-25.
- [19] Atalah S E, Cordero V M, Guerra Z ME, Quezada L S, Carrasco F X, Romo M M. Monitoreo de los indicadores del Programa «Chile Crece Contigo» 2008-2011. *Revista chilena de pediatría*. 2014;85(5):569-77
- [20] Alonso-López N, Hernández-Valle V, Pedroza-Vargas ME, García-Medina NE. Prevalencia de alteraciones en el neurodesarrollo en niños de población rural de Oaxaca evaluados mediante la prueba Evaluación de Desarrollo Infantil. *Rev Neurol*. 2023;76(2):41-6.
- [21] Ávila Curiel AC, Álvarez Izazaga MA, Galindo-Gómez C. Retraso del Neurodesarrollo, Desnutrición y Estimulación Oportuna en Niños Rurales Mexicanos. *Acta de investigación psicológica*. 2018;8(3):6-16
- [22] Ruiz GAA, Vázquez RIM, Sánchez C. Modelo de vigilancia y seguimiento del neurodesarrollo infantil: experiencia en la Clínica de Medicina Familiar Tlalpan. *Rev Esp Med Quir*. 2013;18(1):19-30.
- [23] Medina Alva M del P, Kahn IC, Muñoz Huerta P, Leyva Sánchez J, Moreno Calixto J, Vega Sánchez SM. Neurodesarrollo infantil:

características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2015;32(3):565-73.

[24] Dávila-Aliaga CR, Paucar-Zegarra R, Quispe A. Anemia infantil. *Investigación Materno Perinatal*. 2019;7(2):46-52.

[25] OMS. Anemia [Internet]. Centro de Prensa OMS. 2023. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>

[26] Walker SP, Wachs TD, Gardner JM, Lozoff B, Wasserman GA, Pollitt E, et al. Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9556):145-57

[27] De Deungria M, Rao R, Wobken JD, Luciana M, Nelson CA, Georgieff MK. Perinatal iron deficiency decreases cytochrome c oxidase (CytOx) activity in selected regions of neonatal rat brain. *Pediatr Res*. 2000;48(2):169-76.

[28] Radlowski EC, Johnson RW. Perinatal iron deficiency and neurocognitive development. *Front Hum Neurosci*. 2013; 7:585.

[29] Todorich B, Pasquini JM, Garcia CI, Paez PM, Connor JR. Oligodendrocytes and myelination: the role of iron. *Glia*. 2009;57(5):467-78

[30] Dunnett SB, Meldrum A, Muir JL. Frontal-striatal disconnection disrupts cognitive performance of the frontal-type in the rat. *Neuroscience*. 2005;135(4):1055-65.

[31] Sania A, Sudfeld CR, Danaei G, Fink G, McCoy DC, Zhu Z, et al. Early life risk factors of motor, cognitive and language development: a pooled analysis of studies from low/middle-income countries. *BMJ Open*. 2019;9(10): e026449.

[32] Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Perez-Lizaur AB, Arroyo P. *Nutriología Médica*. 3a ed. Panamericana; 2009. p. 264-275

[33] Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero MA, Gaona-Pineda EB, Lazcano-Ponce E, Martínez-Barnette J, Alpuche-Arana C, Rivera-Dommarco J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2022.

[34] Liu J, Raine A. Nutritional status and social behavior in preschool children: the mediating effects of neurocognitive functioning. *Matern Child Nutr*. 2016;13(2): e12321.

[35] Wei X, Hu J, Yang L, Gao M, Li L, Ding N, et al. Bidirectional association of neurodevelopment with growth: a prospective cohort study. *BMC Pediatr*. 2021; 21:203

[36] Fuentefria RN, Silveira RC, Procianny RS. Neurodevelopment and Growth of a Cohort of Very Low Birth Weight Preterm Infants Compared to Full-Term Infants in Brazil. *Am J Perinatol*. 2018;35(2):152-62

[37] O'Brien PD, Hinder LM, Callaghan BC, Feldman EL. Neurological Consequences of Obesity. *Lancet Neurol*. 2017;16(6):465-77.

[38] González-Muniesa, P., Martínez-González, MA., Hu, F. et al. Obesity. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3(1):17034.

[39] Favieri F, Forte G, Casagrande M. The Executive Functions in Overweight and Obesity: A Systematic Review of Neuropsychological Cross-Sectional and Longitudinal Studies. *Front Psychol*. 2019;10.

[40] Méndez Ruíz M, Estay Carvajal J, Calzadilla Nuñez A, Durán Agüero S, Díaz-Narváez VP. Comparación del desarrollo psicomotor en preescolares chilenos con normopeso versus sobrepeso/obesidad. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;32(1):151-5.

[41] Augustijn MJCM, D'Hondt E, Van Acker L, De Guchteneere A, Lenoir M, Caeyenberghs K, et al. Role of Motor Competence and

Executive Functioning in Weight Loss: A Study in Children with Obesity. *J Dev Behav Pediatr*. 2018;39(8):642-51