Movimientos generales: una herramienta para el diagnóstico temprano de daño neurológico en neonatos prematuros

General movements: a tool for the early diagnosis of neurological damage in premature infants

Alberto Gómez-González^{1*}, Miguel Á. Martínez-Camacho¹, Víctor M. López-Morales^{1,2} y Robert A. Jones-Baro¹

¹Licenciatura en Fisioterapia, Universidad Autónoma de Querétaro; ²Cunero patológico externo, Hospital de Especialidades Del Niño y La Mujer Dr. Felipe Núñez Lara. Querétaro, México

Resumen

Introducción: La esperanza de vida de los neonatos pretérmino ha aumentado en los últimos años gracias al avance científico y tecnológico aplicado a la neonatología, sin embargo, esto trae como consecuencia diferentes morbilidades relacionados con la prematuridad. Dentro de las principales complicaciones del neonato pretérmino se incluyen las alteraciones del neurodesarrollo manifestado por alteraciones motoras, afectivas, adaptativas y/o de aprendizaje. Algunas herramientas para la detección precisa de daño neurológico son los estudios de neuroimagen, estos, en muchas ocasiones, se ven limitados debido a la escasez de recursos económicos, disponibilidad o condición crítica del recién nacido, además de limitarse de manera exclusiva a la evaluación anatómica y dejar fuera la cuestión funcional. **Conclusión:** La utilización de otros métodos de bajo costo, alta sensibilidad y especificidad para la detección de daño neurológico de manera temprana se vuelve a aplicar para el manejo oportuno del recién nacido de alto riesgo neurológico. Tal es el caso de la evaluación de los movimientos generales de Prechtl, que ha demostrado ser una herramienta útil para reconocer tempranamente a pacientes con daño neurológico, y es un buen predictor para identificar a niños que desarrollarán parálisis cerebral.

Palabras clave: Movimientos generales. Daño neurológico. Parálisis cerebral. Prematuridad.

Abstract

Introduction: The life expectancy of preterm infants has increased in recent years due to the scientific and technological progress applied to neonatology. However, this results in different morbidities acquired in this population related to prematurity. Among the main complications of the preterm infant include alterations in neurodevelopment manifested by motor, affective, adaptive and/or learning disorders. One of the tools for the precise detection of neurological damage is neuroimaging studies. Such studies are often limited by the lack of equipment, inadequate funds for the use of the equipment or the critical condition of the newborn. **Conclusion:** The implementation of low cost methods that also provide high sensitivity and specificity is key for early detection of neurological damage under these conditions. Prechtl's general movements evaluation has proven to be a useful tool for early recognition of patients with neurological damage and is also a good predictor for identifying children who will develop cerebral palsy.

Key words: General movements. Neurological damage. Cerebral palsy. Prematurity.

Correspondencia:

*Alberto Gómez-González

E-mail: rehabilitacion.ag@gmail.com

Fecha de recepción: 06-12-2019

Fecha de aceptación: 21-01-2020

DOI: 10.24875/RHJM.20000044

Disponible en internet: 10-03-2020

Rev Hosp Jua Mex. 2020;87(1):6-12

www.revistahospitaljuarez.com

1405-9622/© 2020 Sociedad Médico-Quirúrgica del Hospital Juárez de México, A.C. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Uno de los daños neurológicos mayormente conocido es la parálisis cerebral (PC). Se trata de la discapacidad motora más frecuente en la edad pediátrica, y presenta una gran variabilidad clínica, de tal modo que se presentan distintos grados de discapacidad. Está ampliamente relacionada con la edad gestacional, ya que a una menor edad neonatal se obtiene un mayor riesgo de PC. Considérese que la prematuridad es frecuente a nivel mundial y que es la principal causa de morbilidad neonatal. Las herramientas para la detección de PC y daño neurológico deben ser precisas, tales como la neuroimagen. Sin embargo, se ven limitadas por los recursos económicos, disponibilidad o condición del recién nacido crítico, por lo que se recurre a otros métodos confiables, de bajo costo, factibles y de carácter no invasivo para detectar afecciones del neurodesarrollo y para la prevención de complicaciones a largo plazo, tal es el caso de la evaluación de los movimientos generales (MG) en la población prematura ingresada en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN).

Prematuridad

Se define como parto prematuro todo aquel nacimiento antes de la 37 semana de gestación (SDG). Se ha descrito una prevalencia mundial del 9.6 al 11.1%¹⁻³ de partos pretérmino. En México se estima un 19.7% según el Instituto Nacional de Perinatología. La prematuridad representa la primera causa de muerte neonatal en nuestro país, con un 38.4%⁴. La neonatología ha avanzado en los últimos 50 años, lo que ha permitido la supervivencia de niños que antes morían, sin embargo, esto acarrea una serie de morbilidades asociadas a la prematuridad, dentro de las cuales destacan las alteraciones neurológicas, que pueden terminar en un daño cerebral permanente como la PC^{5,6}.

Parálisis cerebral

La PC es una condición resultante de complicaciones y situaciones patológicas intrauterinas, intraparto y del periodo posnatal. Cabe señalar que está asociada a la edad gestacional, es decir, los niños prematuros tienen mayor riesgo de desarrollar PC. Se describe como un síndrome heterogéneo manifestado por alteraciones motoras y de la postura, de carácter permanente. Además, también se puede acompañar de alteraciones de la sensación, percepción, cognición,

comunicación y comportamiento, epilepsia y problemas musculoesqueléticos secundarios⁶. Cabe resaltar que la PC por sí misma no es progresiva, sin embargo, son las manifestaciones clínicas que van cambiando a lo largo de la edad del niño y de la maduración cerebral. Se conoce como la discapacidad motora más frecuente en la edad pediátrica.

La prevalencia de la PC se estima a nivel mundial de 2 por cada 1,000 nacidos vivos⁷. En la población de Islandia, la prevalencia es similar. Solo cabe resaltar que los casos de PC en recién nacidos a término disminuyeron, mientras que en los prematuros se mantuvieron y que en los neonatos muy prematuros aumentó hasta el 33.7 a 114.6 por cada 1,000 recién nacidos vivos. Esto confirma que la edad gestacional está relacionada con el riesgo de PC⁸. Además, se ha establecido una alta prevalencia en neonatos con muy bajo peso al nacer (<1000), con una cifra de 50 por cada 1,000 recién nacidos vivos. En México se reporta una tasa de 3-4 por cada 10,000 recién nacidos vivos^{9,10}.

Factores de riesgo de parálisis cerebral

Existen condiciones prenatales y neonatales que ponen en riesgo de PC, incluso se puede hablar de un componente genético, sobre todo en el caso de malformaciones congénitas. La gestación múltiple también se ha asociado con PC, así como el evento cerebral vascular perinatal y el trastorno vascular placentario⁶. También se han identificado como riesgo condiciones maternas y prenatales, como la preeclampsia, abuso y consumo de sustancias tóxicas, hipotiroidismo materno sin tratamiento, diabetes gestacional, corioamnionitis, infección fetal, malnutrición y restricción del crecimiento fetal. Factores perinatales, como la infección neonatal y la asfixia, tienen relación con el desarrollo de PC. La asfixia perinatal es una de las principales causas de morbilidad en el recién nacido y, además, hay que considerar que también puede ocurrir de manera prenatal o posnatal. Cualquiera que sea su periodo de aparición, puede ocasionar encefalopatía hipóxica-isquémica (EHI), que es una de las causas más comunes de la PC y de otras afecciones neurológicas graves en niños. Esta ocurre en 1.5/1,000 recién nacidos vivos¹¹. Otra lesión asociada a la asfixia perinatal es la hemorragia intraventricular grave, que culmina en PC debido a la lesión de la sustancia blanca periventricular. Es uno de los antecedentes más frecuentes en la PC de tipo diplegia espástica¹². Por último, están los factores posnatales, que son la insuficiencia pulmonar neonatal, como enfermedad grave

de la membrana hialina o síndrome de distrés respiratorio, síndrome de aspiración meconial, neumonía o enfermedad cardíaca congénita.

Diagnóstico de parálisis cerebral

Anteriormente, el diagnóstico de PC se realizaba en un periodo a muy largo plazo, que variaba entre los 12 y 24 meses postérmino, mientras que el periodo anterior a este se le conocía como «siliente», en el que no se tenía con precisión el diagnóstico de PC, lo que dejaba una larga evolución de la enfermedad, que condicionaba intervenciones tardías y se desaprovechaba una gran oportunidad de prevenir morbilidades y discapacidad pediátrica¹³. Además, con un diagnóstico tardío aumenta la ansiedad y aflicción de los padres. Afortunadamente, este enfoque ha cambiado y se ha evolucionado a un diagnóstico temprano de la PC o a determinar «alto riesgo de PC», que abarca los primeros 5 meses después de nacimiento¹⁴. De esta manera puede derivarse a los distintos profesionales y especialistas que conforman todo el equipo multidisciplinario de intervenciones tempranas.

Los nuevos avances para el diagnóstico y monitorización neurológica neonatal incluyen la resonancia magnética (RM), el videoencefalograma digital, el electroencefalograma (EEG) de amplitud integrada, que permiten la vigilancia en tiempo real y de manera directa del cerebro, lo que permite la evaluación anatómica de la lesión cerebral detallada, así como anomalías del desarrollo^{15,16}. La ecografía transfontanelar^{4,14} se prefiere por ser de bajo costo, fácil manejo y traslado, y tiene la posibilidad de múltiples reexaminaciones. Además de ser no ionizante, tiene una alta sensibilidad para detectar lesiones y alteraciones asociadas con la PC. Desafortunadamente tiene variabilidad interobservador. La tomografía computarizada (TC) y la RM tienen mayor sensibilidad y pueden detectar lesiones corticales. La TC puede detectar hemorragias intracraneales. Su única desventaja es la exposición de radiación.

El uso para diagnóstico de la RM en los recién nacidos ha sido de mucha ayuda. Tiene una sensibilidad del 86-89% y una validez predictiva del 80-90%¹³ para lesiones difusas de la sustancia blanca, sobre todo en los recién nacidos muy prematuros y extremadamente prematuros^{14,15}, y para otras anomalías vinculadas con la PC como la EHI neonatal^{11,14}.

Las limitaciones para realizar estudios de imagen como la RM cerebral es que solo se puede realizar cuando el recién nacido se encuentra fisiológicamente

estable y que necesita ser sedado, así como el tiempo para realizar el estudio, que varía entre 45 y 60 minutos, y la necesidad de ser trasladado fuera de la UCIN hasta por 90 minutos. Además, supone una elevación de costos. Esto seguramente es justificable, pero no aplicable en todos los entornos de los países en vías de desarrollo. El hecho de que el diagnóstico predomine a través de imagenología ha requerido la enseñanza y entrenamiento por parte de los expertos en el tema a todo el personal en contacto con el recién nacido con riesgo y daño neurológico establecido¹⁷.

Hay herramientas no invasivas de evaluación de la integridad neuroconductual del neonato, como la NICU Network Neurobehavioral Scale, aplicada a recién nacidos que tienen riesgo de padecer alteraciones de desarrollo asociadas a factores de riesgo prenatales, sin embargo, esta escala solo puede ser aplicable al niño fisiológicamente estable, tampoco es aplicable a recién nacidos de edad gestacional de 24-32 semanas, muy prematuros y extremadamente prematuros¹⁸.

Afortunadamente existe el examen neurológico estandarizado con el objetivo de identificar las características de la PC que tengan relevancia clínica para su diagnóstico o identificación de riesgo. Dichas características son la alteración de la postura y el movimiento⁸. El examen neurológico incluye la combinación de herramientas con una mayor sensibilidad y especificidad. Entre las herramientas para el diagnóstico de PC se encuentran la evaluación de MG y el Examen Neurológico Infantil de Hammersmith (HINE). En esta investigación solo abordaremos los MG.

Movimientos generales

Los MG son un conjunto de movimientos de carácter activo. Fueron introducidos en el año 1990 por el profesor Heinz Prechtl con el objetivo de identificar niños con daño neurológico con edades muy prematuras. Se caracterizan por ser espontáneos, complejos y de alto repertorio, debido a que incluyen rotaciones a lo largo del eje articular y cambios de dirección repentina. Reflejan el desarrollo del neonato. Su distribución es en todos los segmentos corporales, tales como extremidades superiores, inferiores y tronco. La fuerza, intensidad y velocidad con la que ocurren es variada, por tanto, dan la impresión de movimientos elegantes y diversos. A su vez, estos se dividen en «movimientos *writhing*» (MW) o «de retorcimiento» y «movimientos *fidgety*» (MF) o «inquietos»¹⁹⁻²².

Los MW aparecen desde la edad fetal, con una duración de hasta 2 meses (8 semanas) postérmino. Sus

Figura 1. Evaluación mediante movimientos generales: los movimientos *writhing* patológicos persistentes en conjunto con ausencia de movimientos *fidgety* hace sospechar parálisis cerebral.

principales características son la fluidez: incluye todo el cuerpo; variabilidad: amplitud, fuerza, intensidad y velocidad; además de su complejidad: retorcimiento. Este tipo de movimientos tiene su clasificación para detectar patrones de MG anormales, de tal manera que cualquier afección en el repertorio de movimiento, ya sea en su complejidad, fluidez o variabilidad, se considera como anormal: pobre repertorio (*poor repertoire*), se refiere a los movimientos monótonos en las diferentes partes del cuerpo, que carecen de complejidad; espasmódicos-sincrónicos (*cramped-synchronized*), movimientos rígidos, por lo que no hay fluidez y elegancia, su característica es en bloque debido a que los músculos de las extremidades y tronco se contraen y relajan simultáneamente; caóticos (*chaotic*), en los cuales se carece de suavidad y fluidez, por lo que los movimientos son abruptos, el movimiento de las extremidades es de alta amplitud. La desaparición de los MW es progresiva hasta ser sustituidos por los MF. La persistencia de MW en el periodo *fidgety* es un pronóstico de desorden neurológico^{19,20,21,23}. Los MF estarán presentes desde las 8-20 semanas postérmino, conocido como periodo *fidgety*. Suceden en las partes próximas y distales del cuerpo, y a diferencia de los MW, tienen velocidad lenta o moderada, son movimientos pequeños circulares y suceden de manera continua¹⁹⁻²². La clasificación de patrones de los MF para determinar anomalías son: la ausencia de movimientos inquietantes (*no fidgety*), se observan otro tipo de movimientos no correspondientes al periodo *fidgety*, en caso de presentar este patrón se correlaciona con riesgo alto de

PC, con una sensibilidad de 95% y una especificidad de 96%. Como sea, se debe tener atención de cualquier otro desorden neurológico como retraso psicomotor (Fig. 1); movimientos de ajetreo patológicos (*abnormal fidgety*), donde la amplitud y velocidad de movimientos son exageradas^{21,23,24}. El hecho de que estos movimientos se diferencien de los MW e incluso su característica de valor predictivo, radica en que la subplaca tiene proyecciones descendentes que se conectan con el tronco encefálico y médula espinal⁵.

Se han determinado combinaciones específicas de apariciones patológicas de los MG para determinar el tipo de PC que podría presentar el bebé en edades futuras, lo cual permite un mejor abordaje de intervención multidisciplinaria temprana para evitar complicaciones asociadas según cada tipo (Fig. 2).

Es muy importante la evaluación a través de los MG, pues estos tienen un gran valor predictivo para el resultado neurológico posterior, que impacta a nivel de atención y de intelectualidad en edades posteriores, como ocurre en los recién nacidos muy prematuros a las 11-16 semanas postérmino (3 meses)²⁵.

Existen periodos claves para la evaluación de los MG. Estos son: antes de que el bebé cumpla una edad a término, al cumplir edad a término, en un lapso de 3-7 semanas postérmino, durante el periodo *fidgety*; otras etapas incluyen los 3-6 meses postérmino^{4,26-31}.

Existe correlación significativa entre la valoración de los MG en el periodo *fidgety* y el resultado del desarrollo neurológico a los 12 y 24 meses de edad corregida^{9,23,30,32}. Sucedió lo contrario con los hallazgos de

Figura 2. Algoritmo para determinar el tipo de parálisis cerebral a desarrollar según la anomalía de los movimientos generales.

ecodensidades periventriculares transitorias a través de ultrasonido transfontanelar y su correlación con el resultado neurológico a los 12 y 24 meses^{32,33}. De manera general, las técnicas de neuroimagen como la RM, la TC y el EEG tienen correlación con el resultado neurológico a la edad de 24 meses de edad corregida, sobre todo cuando estas se combinan. Su limitación es la disponibilidad del equipo, la necesidad de traslado del recién nacido a otros servicios fuera de la UCIN, el tiempo para realizar su evaluación y el costo⁹.

Se encontró que la validez predictiva de daño neurológico disminuye conforme aumenta la edad del niño, por lo que a los 12 meses pierde gran sensibilidad. A grandes rasgos se demostró que la evaluación a través de los MG es una herramienta para detectar afecciones de neurodesarrollo, como PC, debido a su alta sensibilidad (98%) y especificidad (94%), reportada sobre todo cuando se valoran los MF o periodo *fidgety*. Incluso comparado con técnicas de neuroimagen, los MG muestran un valor predictivo similar, pero específicamente con el ultrasonido transfontanelar, la evaluación con MG se mostró con mayor sensibilidad, pero no con mayor especificidad^{33,34}.

Es importante mencionar que la especificidad de los MG se pierde cuando se valora a recién nacidos a término, debido a que estos cursan con un periodo de anomalía de MG, pero al llegar el periodo *fidgety* se presentan como normales. Además, este periodo es el que mayor validez predictiva tiene para detectar anomalías del neurodesarrollo. La explicación de que

aparezcan estos movimientos anormales en los neonatos a término es un proceso de maduración que cursa el sistema nervioso central y que sigue un desarrollo neurológico normal³⁵. Podría decirse que la evaluación de los MG puede aplicarse principalmente a recién nacidos prematuros.

Existen limitaciones para la evaluación de los MG, sobre todo en la UCIN, como la presencia de ventilación mecánica y sedación del neonato, por lo que, en estos casos, el diagnóstico temprano será a través de técnicas de neuroimagen³⁴.

Hasta el momento no se ha registrado un estudio que determine el impacto de la valoración de los MG en la UCIN de México, como ocurre en otros países como EE.UU. y Australia^{35,36}, que establecen su factibilidad e impacto en los neonatos ingresados en estas unidades y, sobre todo, en poblaciones prematuras, muy prematuras y extremadamente prematuras, que son las más susceptibles a alteraciones del neurodesarrollo como la PC. Se detecta según las guías de práctica clínica mexicanas a través de neuroimagen y posterior a los 2 años en conjunto de evaluaciones neurológicas como la prueba de DENVER³⁷.

La evaluación del neonato para diagnóstico temprano de PC debe realizarse de manera rutinaria en las poblaciones que son susceptibles a alteraciones del neurodesarrollo³⁴, es decir, aquellas que presenten factores de riesgo detectables, como la prematuridad y la admisión a la UCIN. Además, no solo debe usarse una sola herramienta para establecer el diagnóstico, sino la combinación de todas, y sin dejar fuera la

Figura 3. Diagnóstico oportuno de parálisis cerebral a través de múltiples herramientas mayormente accesibles en la unidad de cuidados intensivos neonatales.

evaluación e historial clínico que se presente. Esto debe realizarse sobre todo antes de que el bebé cumpla los 6 meses de edad corregida^{8,38}.

La herramienta de los MG es una de las primeras opciones como método de evaluación motora para detectar PC. Se comporta como requerimiento esencial por sus características de confiabilidad³⁸, pero, además, debe complementarse con herramientas que son requerimiento adicional, como la neuroimagen, específicamente la RM, para detectar alteraciones anatómicas correspondientes a áreas motoras, sin embargo, aunque no se encuentren alteraciones, no se descarta el riesgo de PC. No siempre es factible realizar una RM por la elevación de costos y la falta de disponibilidad, así como el traslado fuera de la UCIN y la sedación del neonato. Debido a ello, se puede optar por otra herramienta de neuroimagen mayormente accesible, de menor costo y que pueda implementarse en múltiples ocasiones y a lo largo del desarrollo del bebé en la UCIN, tal es el caso de la ecografía transfontanelar en el neonato¹¹. A pesar de sus características antes mencionadas en el diagnóstico de PC⁸, puede ser útil, sin embargo, se debe considerar la probabilidad de falsos positivos y falsos negativos, que terminará impactando en la comunicación de resultados a los padres. Además, así como se puede sobreestimar un resultado incierto, se puede dejar pasar como desapercibido un resultado importante y minimizar los riesgos a largo plazo³⁴. Por ello, el ultrasonido sirve solo como un preámbulo o encaminamiento al seguimiento en el diagnóstico del bebé para llegar a un diagnóstico preciso. Como se mencionó anteriormente, el diagnóstico de alteraciones del neurodesarrollo o PC se hace en conjunto con múltiples herramientas con el objetivo de un resultado e información confiable y certera para implementar una intervención temprana (Fig. 3).

Conclusión

Actualmente, el diagnóstico de PC puede realizarse antes de los 6 meses de edad corregida del neonato de una manera precisa o realizar un diagnóstico provisional de «alto riesgo de PC». Esto se debe al desarrollo de herramientas con características de validez confiable y a su aplicación en conjunto, al igual que la evaluación clínica considerando factores de riesgo detectables para PC. Dentro de las herramientas diagnósticas utilizadas antes de los 5 meses de edad corregida se encuentra la evaluación de los MG, que son de gran utilidad y confiabilidad en poblaciones prematuras. Hay otras, como la HINE y la neuroimagen a través de RM, que son herramientas adicionales y no esenciales como los MG. Posterior a los 5 meses de edad corregida, la evaluación solo puede hacerse mediante estas dos últimas herramientas mencionadas. Nótese que el tiempo es un factor determinante e importante para hacer el diagnóstico e intervención, puesto que cuanto más tempranamente se realice la evaluación, más herramientas con mayor valor predictivo se tienen para un diagnóstico preciso. De igual manera, mayor tiempo habrá para intervenciones multidisciplinarias oportunas enfocadas a la optimización de la neuroplasticidad, desarrollo infantil y prevención de complicaciones a largo plazo.

Contribución de los autores

Alberto Gómez González: revisión y redacción de literatura sobre diagnóstico de parálisis cerebral y evaluación de movimientos generales, verificación del artículo conforme a normativas de publicación.

Miguel Ángel Martínez Camacho: diseño de estudio, revisión y redacción de literatura parálisis cerebral, factores de riesgo, elaboración de gráficos.

Víctor Manuel López Morales: revisión y redacción de literatura sobre diagnóstico de parálisis cerebral y evaluación de movimientos generales.

Robert Alexander Jones Baro: revisión y redacción de literatura parálisis cerebral y epidemiología, elaboración de resumen y traducción.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

- Blencowe H, Cousens S, Oestergaard MZ, Chou D, Moller AB, Narwal R, Lawn JE. National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: a systematic analysis and implications. *Lancet*. 2012;379(9832):2162-72.
- Pisani F, Leali L, Moretti S, Turco E, Volante E, Bevilacqua G. Transient periventricular echodensities in preterms and neurodevelopmental outcome. *J Child Neurology*. 2006;21(3):230-335.
- Zahed-Cheikh M, Brévaut-Malaty V, Busuttli M, Monnier AS, Roussel M, Gire C. Comparative analysis of perinatal and postnatal factors, and general movement in extremely preterm infants. *Brain Development*. 2011;33(8):656-65.
- Cioni G, Ferrari F, Einspieler C, Paolicelli PB, Barbani MT, Prechtl HF. Comparison between observation of spontaneous movements and neurologic examination in preterm infants. *J Pediatr*. 1997;130(5):704-11.
- Hadders-Algra M. Putative neural substrate of normal and abnormal general movements. *Neurosci Biobeh Rev*. 2007;31(8):1181-90.
- Vericat A, Orden AB. Riesgo neurológico en el niño de mediano riesgo neonatal. *Acta Pediatr Mex*. 2017;38(4):255-66.
- Poblano A, Arteaga C, García G. Prevalencia de discapacidades tempranas del neurodesarrollo en México: una revisión. 2009.
- Spittle A, Morgan C, Olsen J, Novak I, Cheong J. Early Diagnosis and Treatment of Cerebral Palsy in Children with a History of Preterm Birth. *Clinics in Perinatology*. 2018;45(3):409-20.
- Prechtl H, Ferrari F, Cioni G. Predictive value of general movements in asphyxiated fullterm infants. *Early Human Development*. 1993;35(2):91-120.
- Vogel JP, Chawanpaiboon S, Moller AB, Watananirun K, Bonet M, Lumbiganon P. The global epidemiology of preterm birth. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2018;52:3-12.
- Bano S, Chaudhary V, Garga UC. Neonatal Hypoxic-ischemic Encephalopathy: A Radiological Review. *J Pediatr Neurosci*. 2017;12(1):1-6.
- Martínez-Camacho MA, Juárez A, López MA, Mancera H. Factores asociados a hemorragia intraventricular en neonatos atendidos en un hospital de segundo nivel. *European Scientific Journal*. 2017;13(36):71-84.
- Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55:509-19.
- Miller S, Ferriero D, Leonard C, Piecuch R, Glidden D, Colin J, et al. Early brain injury in premature newborns detected with magnetic resonance imaging is associated with adverse early neurodevelopmental outcome. *J Pediatrics*. 2005;147(5):609-16.
- Woodward L, Anderson P, Austin N, Howard K, Inder T. Neonatal MRI to Predict Neurodevelopmental Outcomes in Preterm Infants. *N Engl J Med*. 2006;355:685-94.
- Stavsky M, Mor O, Mastrolia SA, Greenbaum S, Than NG, Erez O. Parálisis cerebral: tendencias en epidemiología y desarrollo reciente en mecanismos prenatales de enfermedad, tratamiento y prevención. *Front Pediatr*. 2017;5:21.
- Glass HC, Bonifacio SL, Peloquin S, Shimotake T, Sehring S, Sun Y, et al. Neurocritical care for neonates. *Neurocritical Care*. 2010;12(3):421-9.
- Lester BM, Andreozzi-Fontaine L, Tronick E, Bigsby R. Assessment and evaluation of the high risk neonate: the NICU Network Neurobehavioral Scale. *J Vis Exp*. 2014;(90):3368.
- Ferrari F, Cioni G, Prechtl HF. Qualitative changes of general movements in preterm infants with brain lesions. *Early Human Development*. 1990;23(3):193-231.
- Einspieler C, Prechtl HF. Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*. 2005;11(1):61-7.
- Zamudio R, López C, Rodríguez A. Morbilidad y mortalidad del recién nacido prematuro en el Hospital General de Irapuato. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 2013;70(4):299-305.
- Einspieler C, Marschik PB, Pansy J, Scheuchenecker A, Kriebler M, Yang H, et al. The general movement optimality score: a detailed assessment of general movements during preterm and term age. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(4):361-8.
- Bos AF, van Loon AJ, Hadders-Algra M, Martijn A, Okken A, Prechtl HF. Spontaneous motility in preterm, small-for-gestational age infants. II. Qualitative aspects. *Early Human Development*. 1997;50(1):131-47.
- Prechtl HF, Einspieler C, Cioni G, Bos AF, Ferrari F, Sontheimer D. An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *Lancet*. 1997;349(9062):1361-3.
- Einspieler C, Prechtl HF, Ferrari F, Cioni G, Bos AF. The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants--review of the methodology. *Early Human Development*. 1997;50(1):47-60.
- Butcher PR, van Braeckel K, Bouma A, Einspieler C, Stremmelar EF, Bos AF. The quality of preterm infants' spontaneous movements: an early indicator of intelligence and behaviour at school age. *J Child Psychol Psych*. 1997;50(8):920-30.
- Hafström M, Källén K, Serenius F, Maršál K, Rehn E, Drake H, et al. Cerebral Palsy in Extremely Preterm Infants. *Pediatrics*. 2018;141(1):e20171433.
- Ferrari F, Cioni G, Einspieler C, Roversi MF, Bos AF, Paolicelli PB, et al. Cramped synchronized general movements in preterm infants as an early marker for cerebral palsy. *JAMA Pediatrics*. 2002;156(5):460-7.
- García JM, Gherpelli JL, Leone CR. The role of spontaneous general movement assessment in the neurological outcome of cerebral lesions in preterm infants. *J Pediatr (Rio J)*. 2004;80(4):296-304.
- Seme P. Predictive value of assessment of general movements for neurological development of high-risk preterm infants: comparative study. *Croat Med J*. 2003;44(6):721-7.
- Ivanov IS, Shukerski KG, Chepishcheva EV. Spontaneous motor activity three months after birth in comparison with clinical and ultrasound studies. *Folia Medica*. 2005;47(2):18-23.
- Burger M, Louw Q. The predictive validity of general movements – A systematic review. *Eur J Paediatr Neurol*. 2009;13(5):408-20.
- Bos A, Martijn A, Okken A, Prechtl HF. Quality of general movements in preterm infants with transient periventricular echodensities. *Acta Paediatrica*. 1998;87(3):328-35.
- Romeo D, Guzzetta A, Scoto M, Cioni M, Patusi P, Mazzone D, Romeo MG. Early neurologic assessment in preterm-infants: integration of traditional neurologic examination and observation of general movements. *Europ J Paediatr Neurol*. 2008;12(3):183-9.
- Sauve R. Routine screening cranial ultrasound examinations for the prediction of long term neurodevelopmental outcomes in preterm infants. *Paediatrics Child Health*. 2001;6(1):39-43.
- Prechtl HF, Hopkins B. Developmental transformations of spontaneous movements in early infancy. *Early Human Development*. 1986;14(3-4):233-8.
- Crowle C, Badawi N, Walker K, Novak I. General Movements Assessment of infants in the neonatal intensive care unit following surgery. *J Paed Child Health*. 2015;51(10):1007-11.
- Abordaje y manejo del niño con parálisis cerebral Infantil con comorbilidades neurológicas y músculo esqueléticas. Guía de referencia rápida. México: Secretaría de Salud; 2010. (Consultado 9 de agosto de 2019). Disponible en: <http://sgm.issste.gob.mx/medica/medicadocumentacion/guiasautorizadas/documentos.php?ruta=.%2Fpediatria%2FIMSS-420-PARALISIS%20CEREBRAL%20INFANTIL>
- Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatrics*. 2017;171(9):897-907.