



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LOS PATRONES DE CRECIMIENTO
Y EL DESARROLLO DE LA ATENCIÓN SELECTIVA Y
MOTRICIDAD FINA EN RECIÉN NACIDOS
PREMATUROS CON Y SIN RESTRICCIÓN DE
CRECIMIENTO INTRAUTERINO TRATADOS CON
NEUROHABILITACIÓN Y TERAPIA DE ATENCIÓN.**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A:

BERENICE HERNÁNDEZ ELIZONDO

TUTORA:

MTRA. CRISTINA CARRILLO PRADO

ASESORES:

LFT. DANIEL PÉREZ ARREGUÍN

LFT. CARLOS PALMA REYES



**ENESUNAM
UNIDAD LEÓN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi madre Luz María Elizondo y mi padre Gabriel J. Hernández, por todo su cariño y amor incondicional, por su compañía, paciencia y enseñanzas a lo largo de todo el proceso formativo y académico, agradezco su gran ejemplo de fuerza y persistencia a pesar de las adversidades.

A Gabriel, Jesús Manuel, María y Pablo, mis hermanos y compañeros de vida, gracias por estar presente en los momentos más importantes y significativos de mi vida y por ser un soporte incondicional.

A mis abuelas Maricarmen y Alicia, por su gran ejemplo vida, fuerza y apoyo. En todo momento las recuerdo con mucho cariño.

AGRADECIMIENTO

A la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo del Instituto de Neurobiología, Campus Juriquilla bajo la dirección de la Dra. Thalía Harmony Baillet, por darme la oportunidad de realizar el servicio social en la Institución, y por la oportunidad que me brindó a mí y muchos otros estudiantes para aprender y explorar en el mundo de la investigación.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores, ENES, Unidad León, UNAM, y todos los académicos que la conforman y estuvieron presentes en el proceso de formación y, además, por todas las oportunidades para complementar y facilitar el proceso de aprendizaje.

A la Mtra. Cristina Carrillo Prado, por su ejemplo de vida y docencia, le agradezco su paciencia, apoyo y compañía a lo largo de la licenciatura, servicio social, tesis y otros. Gracias por creer en las capacidades de sus alumnos, por cuestionarnos e impulsarnos para lograr nuestros objetivos sin importar las circunstancias. Por ser una gran maestra y guía que me ha inspirado a seguir estudiando e investigando.

Al Lic. Daniel Pérez Arreguín, por su disposición y paciencia al adentrarme en un proceso desconocido para mí, gracias por el tiempo y todas las risas y ocurrencias que volvieron más ameno el proceso de investigación.

Al Lic. Carlos Palmas Reyes y la Lic. Natalia Casas por apoyarme especialmente en el último año de la carrera, y quienes en tan poco tiempo lograron impulsarme y aportar en mi formación académica.

Al Dr. Jesús Barrera Reséndiz, por su compromiso en la docencia y la paciencia en las aulas de clase, lugar dónde descubrí el gusto de investigar y cuestionar.

A mis pacientes y padres de familia dentro de las prácticas clínicas en la ENES UNAM, Unidad León y el Unidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola", UNAM, Campus Juriquilla, por permitirme aprender y crecer en áreas académica, profesional y personal.

A Juliana, Julissa y Mario, mis compañeros de neurohabilitación con quienes compartí muchas horas y momentos a lo largo del servicio social, por todo su apoyo, y en quienes encontré una familia foránea. Gracias por el trabajo en equipo, aprendizajes y sin duda, todas las risas y charlas al final del día en el servicio.

A Andrea, Frida, Rosario, Esteban y Erick, mis grandes amigos foráneos a lo largo de la universidad, en ustedes entendí la importancia de encontrar y forjar buenas, largas y significativas amistades, gracias por todos los momentos, risas y experiencias que compartimos a lo largo del proceso universitario.

A todos los amigos, familia y personas que estuvieron presentes en distintos periodos de mi formación académica y personal.

A la Dra. María Elena Juárez Colín, Ing. Paulina Álvarez García, Dra. Josefina Ricardo Garcell, Dra. Mónica Carlier Torres, Dra. Yuria Alanis Cruz, Dra. Lourdes Cubero Rego, Dra. Claudia Calipso Gutiérrez Hernández, Mtra. Mireya Capistran y Lic. Marcela García Tinoco de la Escuela Nacional de Trabajo Social.

A la Lic. Laura Estrada Martínez por la información del área de nutrición y por disposición en la resolución de dudas con respecto a los patrones de crecimiento.

A los proyectos CONACYT 4971, (PAPIIT) 205520 y IN200917.

RESUMEN

Introducción. La prematuridad es todo nacimiento antes de las 37 semanas de gestación (SDG), es la principal causa de mortalidad perinatal y responsable del 50% de la discapacidad en la infancia (Río R., 2020). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta una incidencia de 5 a 18% de tasas de nacimiento prematuro a nivel mundial (López-García, 2018). La Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU) es la incapacidad del feto para alcanzar su potencial genético de desarrollo y crecimiento, y se encuentra asociada a diversas alteraciones metabólicas, funcionales y estructurales del neurodesarrollo (Ream & Lehwald, 2017).

Objetivo: Describir las diferencias entre patrones de crecimiento, atención selectiva y consolidación de hitos motores finos entre prematuros con y sin RCIU tratados con intervención temprana durante los primeros 8 meses de edad. **Metodología:** Estudio retrospectivo, descriptivo, longitudinal y correlacional. Datos obtenidos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIND) “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM. Se contó con una N= 20, donde se compararon dos grupos independientes de prematuros: el primero con RCIU (n=10) y el segundo sin RCIU (n=10). Se evaluó la puntuación de atención selectiva con la Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS); la consolidación de hitos motores finos con el Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP), y patrones de crecimiento. **Resultados:** Prematuros con RCIU presentaron menores índices de crecimiento al nacimiento sin ser significativo, sin embargo, existió una diferencia significativa de talla al mes 4 ($p=0.023$) y en la consolidación de Pinza Inferior ($p=0.041$) entre grupos. Ambos grupos mostraron un desarrollo de la atención visual y auditiva normal a lo largo de las fechas de corte de acuerdo con la EEAS. **Conclusión:** La estimulación viso-auditiva y la neurohabilitación durante los primeros 8 meses de vida, favorecieron el neurodesarrollo de ambos grupos presentando diferencias menores en cuanto a motricidad fina y la atención, aún a pesar de lo referido en la literatura.

ABSTRACT

Introduction. Prematurity is any birth before 37 weeks of gestation (SDG), it is the first cause of perinatal mortality and responsible for 50% of disability in childhood (Río R., 2020). The World Health Organization (WHO) reports an incidence of 5 to 18% of premature birth rates worldwide (López-García, 2018). Intrauterine Growth Restriction (IUGR) is the inability of the fetus to achieve its genetic potential for development and growth, and it is associated with various metabolic, functional and structural alterations of neurodevelopment (Ream & Lehwald, 2017). **Objective:** Describe the differences between growth patterns, selective attention and fine motor consolidation between preterm infants with and without IUGR treated with early intervention during the first 8 months of life. **Methodology:** Retrospective, descriptive, longitudinal and correlational study. Data obtained from the Neurodevelopment Research Unit (UIND) “Dr. Augusto Fernández Guardiola” from the Institute of Neurobiology UNAM. There was a N = 20, where two independent groups of premature infants were compared: the first with IUGR (n = 10) and the second without IUGR (n = 10). The selective attention score was evaluated with the Selective Attention Assessment Scale (EEAS); the consolidation of fine motor with the Psychomotor Development Assessment Format (FEDP), and growth patterns. **Results:** Premature infants with IUGR had lower growth rates at birth without being significant; however, there was a significant difference in height at month 4 ($p=0.023$) and in the lower clamp consolidation ($p=0.041$) between groups. Both groups showed normal visual, auditory and total attention development throughout the 8 months according to EEAS. **Conclusion:** Visual-auditory stimulation and neurorehabilitation during the first 8 months of life, favored the neurodevelopment of both groups, presenting less differences in terms of fine motor skills and attention, even as described in the literature.

ÍNDICE

CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I	11
MARCO TEÓRICO	11
1. Prematurez	11
1.1 Definición y clasificación	11
1.2 Etiología:	11
1. Enfermedades materno-fetales.	11
2. Placentarias.....	12
1.3 Morbimortalidad	12
2. Restricción de crecimiento intrauterino	13
2.1 Definición y clasificación	13
2.1.1 Por semana de gestación y el momento de aparición de RCIU:	14
2.1.2 Por su severidad.....	14
2.1.3 Por su etiología	15
2.2 Morbimortalidad	16
2.3 Fisiopatología.....	17
2.4 Diagnóstico por imagen y cambios hemodinámicos asociados a la RCIU	18
1. Arterias uterinas:.....	18
2. Arteria umbilical:.....	18
3. Arteria cerebral media	18
4. Ductus venoso.....	19
2.5 Diagnóstico de la RCIU por imagen y datos antropométricos.	19
3. Desarrollo del Sistema Nervioso Central	20
4. Nutrición y peso en el desarrollo cerebral.....	23
5. Patrones de crecimiento infantil de la organización mundial de la salud	25
6. Desarrollo psicomotor	26
6.1 Desarrollo motor grueso	27
6.2 Desarrollo motor fino	27
6.3 Desarrollo cognitivo	28

7. Corteza de asociación y procesos cognitivos	30
7.1 Atención selectiva	31
7.2 Desarrollo visual	32
7.3 Desarrollo de la fijación, orientación y atención ocular	33
7.4 Desarrollo auditivo	34
8. Neurohabilitación	35
8.1 Movimiento complejos elementales	35
8.2 Fisiología y plasticidad neuronal a partir de la neurohabilitación	36
8.3 Neurohabilitación y vías neuronales	38
CAPÍTULO II	41
ANTECEDENTES	41
1. TERAPIA VISO-AUDITIVA	41
2. NEUROHABILITACIÓN	42
CAPÍTULO III	45
PLANTEAMIENTO PROBLEMA	45
JUSTIFICACIÓN	47
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	48
HIÓTESIS	49
OBJETIVOS	50
OBJETIVO GENERAL	50
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	50
CAPÍTULO IV	51
MATERIALES Y MÉTODOS	51
1. DISEÑO DEL ESTUDIO	51
2. UNIVERSO DEL TRABAJO Y TIPO DE MUESTREO	51
3. TIPO DE MUESTREO	51
4. CRITERIOS DE SELECCIÓN	51
4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	51
4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	52
5. ÉTICA DEL ESTUDIO	52
6. DISEÑO DE LA MUESTRA	52
7. MATERIALES	53
7.1 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	53

8. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	55
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	56
CAPÍTULO V.....	57
RESULTADOS.....	57
1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS	57
2. DIFERENCIA ESTADÍSTICA.....	60
2.1 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO	60
2.2 EVALUACIÓN DE ATENCIÓN SELECTIVA.....	61
.....	62
2.3 CONSOLIDACIÓN DE HITOS MOTORES FINOS	63
3. CORRELACIONES	64
CAPÍTULO VI.....	65
DISCUSIÓN	65
CAPÍTULO VII.....	67
CONCLUSIÓN.....	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS.....	79
AMEXO 1. Patrones de crecimiento infantil de la OMS	79
Anexo 1.1 Indicador de Peso para la Edad Niñas (PZ).....	79
Anexo 1.2 Indicador de Peso para la Edad Niños (PZ).....	79
Anexo 1.3 Indicador de Longitud para la Edad Niñas (PZ)	80
Anexo 1.4 Indicador de Longitud para la Edad Niños (PZ)	80
Anexo 1.5 Indicador de Perímetro Cefálico para la Edad Niñas (PZ)	81
Anexo 1.6 Indicador de Perímetro Cefálico para la Edad Niños (PZ)	81
Anexo 2. Formato de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS).....	82
ANEXO 3. Tabla de Percentiles de la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS)	85
ANEXO 4. Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP)	86
Anexo 4.1 Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor “Datos Personales del Paciente”	86
.....	86
Anexo 4.2 Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor “Subescala: Motor Fino”	86
Anexo 5. Consentimiento Informado de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” de la UNAM, Juriquilla, Qro.	87
Anexo 6. Períodos del Desarrollo Cerebral Estructural y Funcional	89

INTRODUCCIÓN

En etapas gestacionales el desarrollo del Sistema Nervioso Central (SNC) se caracteriza por la formación de estructuras anatómicas y funcionales, es un proceso complejo y se encuentra regulado a nivel genético, molecular y celular, sin embargo, también es susceptible a un ambiente poco favorable en donde los déficits de micronutrientes por la desnutrición, hipoxia fetal u otros factores conlleva consecuencias en el desarrollo cerebral (Coviello et al., 2018a; Mancini J., Milh M., 2015). La maduración del SNC continuará en etapa postnatal y a lo largo de la infancia a partir de la plasticidad neuronal basada en experiencias sensoriales medioambientales durante los períodos críticos del neurodesarrollo (Chakraborty et al., 2021).

La prematurez es todo nacimiento antes de las 37 semanas de gestación, se relaciona enfermedades maternas, fetales y placentarias, es la principal causa de mortalidad infantil en menores de 5 años y representa casi la mitad de todas las muertes de recién nacidos en el mundo, además de ser responsable del 50% de la discapacidad infantil (Instituto Nacional de Pediatría, 2018; World Health Organization, 2012).

En la actualidad, la tasa de supervivencia de neonatos nacidos antes de las 37 semanas de gestación ha incrementado, sin embargo, este incremento puede tener como consecuencia un alta morbilidad neonatal y posibles secuelas adversas, entre ellas sensoriales, cognitivas, comunicativas y motoras, además, de incluir un desarrollo cerebral anormal (Jansson-Verkasalo et al., 2011). Muchas de estas alteraciones pueden ser prevenibles, como resultado de un embarazo controlado o bien recibir un tratamiento oportuno con el fin de minimizar los posibles daños (Vericat & Orden, 2017).

La prematurez puede presentarse de forma espontánea o puede ser médicamente indicado por posibles complicaciones fetales como es en el caso de la Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU) (Purisch & Gyamfi-Bannerman, 2017), éste último, es la condición por la cual el producto presenta dificultad para alcanzar su potencial genético de crecimiento y desarrollo (Eduardo Sepúlveda et al., 2014). La mayoría de los casos ocasionado por alteraciones feto-placentarias, lo que tendrá en consecuencia una privación del aporte de oxígeno y nutrientes hacia el feto, ocasionando una disminución en el crecimiento fetal (Damhuis S., 2021; Pérez Carbajo et al., 2013) (Pérez Carbajo et al., 2013). Por otro lado, la RCIU se encuentra asociada a un riesgo de nacimiento prematuro, incrementado el riesgo que conlleva la prematuridad, además, se ha relacionado a anormalidades metabólicas y neurológicas, afecta el desarrollo de materia blanca y gris (Cartwright et al., 2019) (Morsing et al., 2018) (Sepúlveda E., Crispi F., Pons A, 2014).

Castro D. (2016), describió que aquellos recién nacidos con desnutrición y bajo peso al nacimiento se aumentan la incidencia para desarrollar una lesión cerebral y diversas alteraciones en la maduración normal del cerebro y secuelas en el desarrollo físico e intelectual en edades infantiles, que incluso pueden persistir en edades adultas (Castro-Delgado et al., 2016), por tal motivo deben considerarse los patrones de crecimiento, los cuales consisten en el conjunto de medidas antropométricas, para fines de este trabajo, se tomaron en cuenta el Peso para la Edad (P/E), Talla para la Edad (T/E) y Perímetro Cefálico para la edad (PC/E), mismas que brindan información acerca del estado nutricional del lactante. La toma de dichos datos, es recomendada en al menos los dos primeros años, ya que en dicho periodo el lactante se encuentra más susceptible a la privación de nutrientes (Marugán De Miguelsanz et al., 2005; WHO, 2006). El desarrollo de la primera infancia es un gran predictor de la salud y bienestar a lo largo de la vida, a considerar el desarrollo motor grueso, motor fino, así como procesos cognitivos y sociales (Kabisch et al., 2019; Piaget J., 1984).

La corteza de asociación parietal, temporal y frontal, en conjunto son responsables del procesamiento complejo, el cual recibe, integra y genera una respuesta conductual apropiada impulsada por objetivos (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019). Entre los procesos de cognición, se encuentra la atención selectiva, el cual representa la capacidad de seleccionar, modular y procesar la información mientras se suprime simultáneamente el procesamiento distractor irrelevante (Fisher, 2019; Mackie et al., 2013). Cabe mencionar, que la atención selectiva participa en diversos aspectos cognitivos incluyendo los procesos de aprendizaje, desarrollo del lenguaje, percepción, planeación motora e incluso las habilidades visomotoras (Isbell et al., 2017; Tremolada et al., 2019).

La Neurohabilitación consiste en un método diagnóstico y de tratamiento para ofrecer un abordaje clínico-diagnóstico temprano que permita prevenir o disminuir secuelas y daño neurológico en recién nacidos y lactantes con factores prenatales y perinatales que puedan producir lesión cerebral o afectar su neurodesarrollo. Se basa en el desarrollo de la ontogenia humana y en la repetición temprana e intensiva de patrones de movimiento (Porras-Kattz & Harmony, 2007).

Dada la problemática característica de esta población, así como sus respectivas comorbilidades, el presente trabajo de investigación tiene como interés conocer los patrones de crecimiento y herramientas utilizadas como tratamiento terapéutico, así como vigilancia de los lactantes en los primeros meses de vida y por ende el impacto de los mismo en el neurodesarrollo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Prematurez

1.1 Definición y clasificación

La prematuridad es todo nacimiento antes de las 37 semanas de gestación, es la principal causa de mortalidad perinatal y responsable del 50% de la discapacidad en la infancia (Río R., Thió M., Bosio M., Figueras J., 2020). La OMS reporta una incidencia del 5 a 18% de tasas de nacimientos prematuros en 184 países afiliados (López-García et al., 2018); sin embargo, datos en México de acuerdo al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), registró 41 mil 664 nacimientos prematuros en 2017, correspondiendo a un 9.8 % de nacimientos antes de las 37 semanas de gestación (*Instituto Mexicano Del Seguro Social.*, 2017).

De acuerdo con Semanas de Gestación (SDG), la Organización Mundial de la Salud, clasifica prematurez al nacer en:

- **Prematuros extremos** a los menores de 28 SDG.
- **Muy prematuros**, aquellos entre las 28 a 32 SDG.
- **Prematuro moderado a tardío** aquellos de las 32 a 37 SDG.

Otra clasificación, se ha sido descrito de acuerdo con el parto espontáneo o parto prematuro médicamente indicado (iatrogénico), descritos a continuación:

- **Parto prematuro espontáneo**, corresponde a dos tercios de todos los partos prematuros y los factores de riesgo de parto espontáneo incluyen parto prematuro espontáneo previo, cuello uterino corto, raza negra no hispana, intervalo corto entre embarazos, gestaciones múltiples y anomalías uterinas.
- **Parto prematuro médicamente indicado**, se estima que corresponde a un tercio de todos los partos prematuros en los Estados Unidos; y se ha relacionado a patologías maternas y fetales, que incluyen, preeclampsia, diabetes mal controlada, restricción de crecimiento intrauterino y placenta anormal (Purisch & Gyamfi-Bannerman, 2017).

1.2 Etiología:

El parto prematuro es un síndrome multifactorial dado por factores prenatales, perinatales, postnatales, factores medioambientales o socioculturales, las cuales pueden clasificarse en:

1. Enfermedades materno-fetales.

Son aquellas que inducen un parto prematuro, entre los factores se encuentran: la preeclampsia, embarazo gemelar o multigestas, oligohidramnios, alcoholismo, tabaquismo o el uso de otras drogas,

Infecciones del Tracto Urinario (ITU), Cérvico-vaginitis, edad, ausencia de control prenatal, madre joven (menor a 20 años) o madre añosa (mayor de 35 años), Antecedentes Personales Patológicos (APP) como abortos previos u otras enfermedades, anemia, infecciones sistémicas, etc. (Minguet-Romero et al., 2014)

2. Placentarias

Se consideran el desmembramiento marginal (venoso), obstrucción del cordón umbilical, mala perfusión vascular fetal, anomalías vasculares estromales, corioamnionitis (CA), condiciones intrauterinas como infección/inflamación y mal perfusión vascular materna (MWM), estas dos últimas patologías placentarias (CA y MWM) siendo las más comunes asociadas a la prematuridad. Dichas disfunciones placentarias exponen al feto a un desfavorable ambiente intrauterino, lo que puede facilitar el parto prematuro y dañar el desarrollo cerebral (Shankaran, 2018; World Health Organization, 2012).

1.3 Morbimortalidad

La tasa de supervivencia de prematuros al nacimiento, es mayor en países desarrollados al contar con el equipo y tecnología necesaria para la atención y seguimiento de los lactantes, por otro lado, en países de ingresos medios, debido al uso de tecnología deficiente, se presenta una mayor carga de discapacidad entre los prematuros, mientras que, en los países con ingresos bajos, se presenta un mayor número de mortalidad, al no contar con los cuidados básicos necesarios (Howson CP, Kinney MV, 2012; *Patrones de Crecimiento Infantil de La OMS*, 2006; World Health Organization, 2012)

Los bebés prematuros corren el riesgo de sufrir múltiples complicaciones y los resultados neonatales están estrechamente relacionados con la edad gestacional al momento del parto. A las 34 SDG, la tasa de mortalidad neonatal fue de 7.7/1000 produciendo un riesgo relativo de mortalidad de casi 10 veces mayor en comparación con el parto a las 39 SDG. Incluso a las 37 SDG, el riesgo de mortalidad neonatal fue dos veces mayor que las 39 SDG con tasa de 1,7/1000 nacimiento a las 37 semanas en comparación 0.8/1000 nacimientos a las 39 semanas (Johnston et al., 2014; Purisch & Gyamfi-Bannerman, 2017).

Se han descrito diversas complicaciones a corto y largo plazo en prematuros sobrevivientes, incluidas discapacidad del neurodesarrollo, parálisis cerebral incapacitante, ceguera o sordera, u otras, como lo es la displasia broncopulmonar, retinopatía del prematuro, síndrome de dificultad respiratoria, sepsis, hemorragias intraventriculares, enterocolitis necrotizante, trastornos alimenticios, etc. Además, se han reportado diversas alteraciones cognitivas, conductuales de atención o de socialización observadas a largo plazo, como lo es un coeficiente intelectual menor, problemas de memoria secuenciales, hiperactividad, deterioro intelectual, alteraciones en la atención selectiva, sostenida, de codificación y cambio de atención, presentes en un 25 a 50% en población prematura (Power et al., 2019; Purisch & Gyamfi-Bannerman, 2017; Shankaran, 2018; Volpe, 2009).

Los lactantes extremadamente prematuros sumados a una población de muy bajo peso al nacimiento (MPBN) muestran datos neuropatológicos de encefalopatía, dónde se incluyen lesiones, sobre todo la leucomalacia periventricular (PVL), déficits neuronales/axonales que involucran la sustancia blanca cerebral, el tálamo, los ganglios basales, corteza cerebral, el tronco encefálico y el cerebelo, y otras menos frecuentes como lo es la hemorragia de la matriz germinal- hemorragia intraventricular, hemorragia periventricular, los cuales son responsables de diversas secuelas neurológicas (Hinojosa-Rodríguez et al., 2017; Power et al., 2019; Volpe, 2009).

2. Restricción de crecimiento intrauterino

2.1 Definición y clasificación

La Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU), es la condición por la cual el producto presenta una dificultad para alcanzar su potencial genética de crecimiento y desarrollo (Romero-Salinas et al., 2011). Es aquel feto con un peso inferior al percentil 10, y además, presenta alteraciones de la función placentaria, la cuál es diagnosticada por estudios de imagen y por la reducción de la velocidad de crecimiento (Domínguez Vigo et al., 2016; Pérez Carbajo et al., 2013).

La RCIU debe diferenciarse de aquellos Pequeños para la Edad Gestacional (SGA, por sus siglas en inglés), debido a que los SGA se caracteriza por una pura desviación estándar del tamaño fetal, a menudo el percentil 10 con constitución pequeña y sana, a diferencia del grupo de RCIU que además de la alteración de crecimiento fetal, tendrá una afección patológica debido a una privación de oxígeno (hipoxia) y nutrición (inanición). Para el correcto diagnóstico de la RCIU además de la evaluación del crecimiento fetal, debe ser acompañada de otras evaluaciones de la función placentaria (velocimetría Doppler y biomarcadores séricos) (Damhuis S., 2021).

Entre las mediciones/tamaño biométrico fetal tomadas en cuenta se encuentra la circunferencia abdominal, el peso fetal estimado, mediciones biométricas, como la relación circunferencia cefálica/circunferencia abdominal (CC/CA) elevada, relación longitud femoral/circunferencia abdominal (LF/CA), así como el índice ponderal intrauterino (IPIU) bajo. El crecimiento intrauterino debe ser continuo y dinámico, por lo tanto, al existir una disminución detectable debe continuarse con un seguimiento longitudinal, que permita detectar el enlentecimiento o caída del crecimiento durante etapas definidas de la gestación (Electr et al., 2018).

Otros autores refieren a la RCIU como un crecimiento anormal durante la gestación en consecuencias a factores fisiopatológicos durante el embarazo, mismo que conlleva a una prematurez asociada y una mayor morbimortalidad perinatal. (Sepúlveda E., Crispi F., Pons A, 2014).

La RCIU complica al menos el 8% de todos los embarazos y es una causa de mortalidad y morbilidad perinatal. La incidencia de la Restricción de crecimiento intrauterino es seis veces mayor en países subdesarrollados/en desarrollo, con respecto a aquellos países desarrollados, siendo esta incidencia aún mayor en países bajos y medios, ya que muchos infantes nacen en casa sin registros de nacimientos. (Damhuis S., 2021).

En la actualidad el grupo con RCIU se clasifican en dos grupos, aquellos con factores patológicos intrínsecos del feto y las secundarias a insuficiencia placentaria severa o daño fetal en consecuencia a infecciones, anomalías cromosómicas o genéticas.

2.1. Por semana de gestación y el momento de aparición de RCIU:

- **Precoz**, siendo aquel cuadro diagnosticado antes de las 32 semanas, representando una incidencia del 20-30% de las restricciones. Relacionado a trastornos hipertensivos maternos, patrones de deterioro y gravedad de la disfunción placentaria (Tabla 1) (Damhuis S., 2021; Eduardo Sepúlveda et al., 2014).
- **Tardíos**, aquel cuadro diagnosticado después de las 32 SDG, con una incidencia del 70-80% (Tabla 1) (Damhuis S., 2021; Eduardo Sepúlveda et al., 2014).
- Tabla 1. Diagnóstico y clasificación de la RCIU

RCIU PRECOZ	RCIU TARDÍO
Problema: Manejo	Problema: Diagnóstico
Alto grado insuficiencia placentaria	Bajo grado insuficiencia placentaria
Hipoxia franca: Adaptación cardiovascular sistémica	Hipoxia moderada: Adaptación cardiovascular central
Feto inmaduro con tolerancia hipoxia alta; historia natural	Feto maduro con tolerancia hipoxia baja: escasa o nula historia natural
Baja prevalencia, pero alta mortalidad y morbilidad	Baja mortalidad y alta morbilidad neurológica

NOTA. RCIU=Restricción de Crecimiento Intrauterino. Clasificación, diagnóstico y características de la RCIU (Eduardo Sepúlveda et al., 2014)

2.1.2 Por su severidad

Severo: Peso menor al percentil 3 (Rybertt et al., 2016a).

Moderado: Peso entre los percentiles 3 y 5 (Rybertt et al., 2016a).

Leve: Peso entre los percentiles 5 y 10 (Rybertt et al., 2016a)

2.1.3 Por su etiología

- **Materno- ambientales:** Nutrición materna, estrés materno, exposición al alcohol, tabaco, sustancias adictivas, exposición a contaminantes y otros tóxicos químicos y ambientales, trastornos hipertensivos o autoinmunes, microbiota, alteraciones metabólicas y hormonales (insulina, tiroides, hormonas suprarrenales y hormona pituitaria), infección materna TORCH (Toxoplasma, rubéola, citomegalovirus y herpes) y otras, edad materna (<16 años o >35 años), vivir en altura, nivel socioeconómico, talla materna baja, nulípara y grandes multíparas, mal control o sin control médico, etc. (Armengaud et al., 2021; Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015; Rybertt et al., 2016b; Sharma, Shastri, & Sharma, 2016).
- **Útero-placentario:** vascular (preeclampsia, vascularización anormal), alteraciones metabólicas (transferencia de nutrientes), placenta previa, infartos placentarios, disfunciones placentarias, infecciones placentarias, vasculitis, arteria umbilical única, placenta circunvalada, tumores placentarios (Armengaud et al., 2021; Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015; Rybertt et al., 2016a) (Armengaud et al., 2021).
- **Fetales:** síndromes genéticos, defectos de nacimiento y malformaciones congénitas, anomalías cromosómicas y genéticas, enfermedades metabólicas, gestaciones múltiples (Armengaud et al., 2021; Rybertt et al., 2016a; Sharma, Shastri, Farahbakhsh, et al., 2016)

2.1.4 Clasificación antropométrica de la Restricción de Crecimiento Intrauterino

Existen tres tipos de RCIU predominante: RCIU asimétrico, RCIU simétrico y RCIU mixto. Su clasificación se base en diferentes características clínicas y antropométricas, cabe mencionar, que la RCIU mixta generalmente se observa en los países en desarrollo y en esta población, presentan una menor cantidad de células y un tamaño celular pequeño, mostrando características clínicas tanto de RCIU simétrico cómo del asimétrico al nacer (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016).

1. Antropometría

Peso al nacer menor del percentil 10 (P10). En RCIU simétrico, el peso, circunferencia cefálica (CC) y la longitud serán < P10, mientras que el RCIU asimétrico, solo el peso será <p10 (Tabla 2) (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016).

2. Características de desnutrición en RCIU al nacimiento

- a) Cabeza grande en comparación con el resto del cuerpo.
- b) Fontanela anterior grande y ancha (mala formación del hueso membranoso)
- c) Ausencia de grasa bucal
- d) Abdomen pequeño
- e) Cordón umbilical delgado a menudo teñido de meconio
- f) Disminución de la masa del músculo esquelético y del tejido adiposo subcutáneo

- g) Piel suelta, seca y fácil
- h) Manos y pies relativamente grandes en comparación con el cuerpo
- i) Pliegue cutáneo en nuca, axila, área interescapular y región glútea (más de tres pliegues)
- j) Bebé ansioso e hiperactivo (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016).

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA RCIU

CARACTERÍSTICAS	RCIU SIMÉTRICA	RCIU ASIMÉTRICA
Periodo de inicio	Al inicio de la gesta	Al final de la gesta
Incidencia	20 al 30%	70% al 80%
Etiología	Desorden genético o infección fetal	Insuficiencia Útero-placentaria
Exploración prenatal. CC, CA, Diámetro biparietal y LF.	Todas reducidas proporcionalmente	CA disminuida, Diámetro biparietal, CC y LF normales
Número de células	Reducida	Normal
Tamaño de células	Normal	Reducidas
Índice ponderal	Normal (mayor que 2)	Bajo (menor que 2)
Antropometría postnatal. Peso, longitud y CC	Reducida en todos los parámetros	Peso reducido, longitud y CC normal
Diferencia entre CC y CT en RCIU a término	Menor que 3 cm	Mayor que 3 cm
Características de malnutrición	Menos pronunciada	Más pronunciada
Pronóstico	Pobre	Bueno

NOTA: CC= Circunferencia Cefálica; CA=Circunferencia Abdominal; LF=Longitud de Fémur; CT=Circunferencia de Tórax (Sharma et al., 2016).

2.2 Morbimortalidad

La RCIU se encuentra asociada a diversas complicaciones como son el riesgo de nacimiento prematuro, y sus diversas comorbilidades, como lo es el incremento de la morbilidad, incluyendo lesión cerebral hipóxica por asfisia perinatal, aspiración de meconio, hipotermia, hipoglucemia, hiperglucemia, hipocalcemia, policitemia, ictericia, enterocolitis necrosante, dificultades en la alimentación, enfermedades pulmonares crónicas, retinopatía del prematuro, sepsis de inicio tardío, etc. (Cartwright et al., 2019; Sharma, Shastri, Farahbakhsh, et al., 2016).

Se ha reportado también que niños que padecieron RCIU presentan un mayor riesgo de enfermedades metabólicas, neurológicas y cardiovasculares: obesidad, diabetes, dislipidemia, trastornos de coagulación, insuficiencia renal y otras cardiopatías en edad adulta. Es por ello, que un correcto diagnóstico y vigilancia antenatal son indispensables para disminuir secuelas a mediano y largo plazo (Armengaud et al., 2021; Cartwright et al., 2019; Eduardo Sepúlveda et al., 2014).

En estudios de imagen, se ha descrito que los infantes con antecedentes de RCIU presentan anomalías metabólicas y estructuras relacionadas al desarrollo de cerebral, menor crecimiento de corteza cerebral y microestructuras, especialmente en ganglios basales, tronco encefálico, cerebelo y lóbulos frontales, además de menor volumen de materia gris y blanca en zona intracraneana, tálamo y volúmenes del hipocampo (Cartwright et al., 2019) (Morsing et al., 2018).

2.3 Fisiopatología

La base fisiopatológica de la Restricción de Crecimiento Intrauterino puede ser de origen fetal, placentario o materno, el más común se da por una disfunción placentaria, que originará trastornos de tipo isquémico lo que impedirá el correcto aporte de nutrientes y oxígeno al feto (Domínguez Vigo et al., 2016). Como primer mecanismo de adaptación del feto, al existir una disminución de oxígeno y bajo aporte de nutrientes, habrá una redistribución sanguínea a órganos vitales y un aumento de la resistencia vascular umbilical, así como una disminución en las arterias cerebrales, observadas en estudios con Doppler. La hipoxia fetal causada por una interrupción de la circulación uteroplacentaria genera reducción en la disponibilidad de glucosa y en las reservas de glicógeno fetal, produciendo en consecuencia una adaptación fetal a un estado de hipoxia-hipoglucemia para conservar energía. A continuación, el feto presentará una disminución o cese del crecimiento fetal, disminución en la actividad fetal, la redistribución del gasto cardíaco favoreciendo a órganos vitales como cerebro, corazón y glándulas adrenales, aumento del número de glóbulos rojos circundantes, lo que causa policitemia (HTO >65%) y hematopoyesis extramedular, seguido del aumento de la glucogénesis hepática por movilización de grasa y glicógeno almacenada y el desarrollo del metabolismo anaerobio a partir de la glucosa para producir lactato y piruvato (acidosis metabólica) (Acevedo S., Martínez N., Gallardo J., Velázquez B., Camarena D., Copado D., 2018).

En fetos hipóxicos, existe una limitante intrínseca en la transferencia transplacentaria de glucosa, lo que indica inanición intrauterina debido a la falta de transporte placentario. Lo anterior se traduce clínicamente a la evaluación del feto, en peso bajo para edad gestacional, oligohidramnios y alteraciones hemodinámicas como: aumento en índices de pulsatilidad de arteria umbilical y uterina, disminución en índice de pulsatilidad de arteria cerebral media y alteración en índice de pulsatilidad y onda A del ducto venoso, lo que lleva en muchas ocasiones al gineco-obstetra a la necesidad de interrumpir el embarazo de forma prematura. (Acevedo S., Martínez N., Gallardo J., Velázquez B., Camarena D., Copado D., 2018).

2.4 Diagnóstico por imagen y cambios hemodinámicos asociados a la RCIU

El ultrasonido Doppler es una herramienta clínica útil para detectar la insuficiencia placentaria. El Doppler de la arteria uterina, de la arteria umbilical, de la arteria cerebral media y del conducto venoso y el Doppler del istmo aórtico son utilizadas para evaluar el bienestar fetal y la detección de RCIU (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016)

1. Arterias uterinas:

Proporcionan información sobre la circulación materna (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016). Es la primera alteración identificada en el Doppler. Las arterias sufren grandes modificaciones, hasta parecer vasos venosos observables al finalizar el primer trimestre, mismas que pueden ser identificadas con Doppler. En un embarazo normal se muestra una onda con flujo alto durante la diástole, y en una onda anormal se encuentran altos índices de pulsatilidad. Al permanecer esta situación existe una adaptación con una disminución en la tasa de crecimiento y al momento que se haga crónico, los mecanismos de adaptación fetal incluyen disminución de crecimiento somático, del tamaño del hígado y depósitos de grasa (Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015).

2. Arteria umbilical:

Proporciona información diagnóstica y pronóstico acerca de la circulación fetal, de acuerdo con la evidencia, gracias a su evaluación y seguimiento disminuye en 29% las muertes perinatales. En un embarazo normal existe una baja resistencia en el flujo feto-placentario, cambios en el tiempo y complicaciones por RCIU se caracteriza por aumento de la pulsatilidad, ausencia del flujo de fin de diástole y finalmente inverso en el final de diástole en casos severo, los dos últimos observados aproximadamente una semana antes de un deterioro agudo (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016). El aumento de la pulsatilidad de la arteria uterina se ha correlacionado con la identificación temprana de la RCIU, además de asociarse con lesiones en varios órganos fetales o incluso la muerte fetal (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016) (Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015).

3. Arteria cerebral media

Ante una hipoxia existe una redistribución del flujo a órganos con mayor demanda, como es el caso del cerebro, miocardio y glándulas suprarrenales, lo que conlleva a cambios a nivel de la circulación cerebral que se caracteriza por el aumento de la velocidad de fin de diástole. Ante dicha hipoxia se presenta una vasodilatación compensatoria de los vasos sanguíneos del cerebro, incluidos la Artería Cerebral Media (ACM). Es cuantificado por Doppler como disminución en el índice de pulsatilidad de la arteria cerebral media simultaneo a los cambios en arteria umbilical, son conocidos como fenómeno de redistribución de flujo, y ambas, mejoran la sensibilidad para la detección de RCIU. El Doppler de la ACM, es considerada una manifestación tardía (Sharma, Shastri, & Sharma, 2016) (Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015).

4. Ductus venoso

Su evaluación refleja el estado fisiológico del ventrículo derecho e incluye dos picos de onda: el primero refleja la sístole ventricular, el segundo demuestra la diástole ventricular. Se vuelven anormales en etapas avanzadas de compromiso fetal. La onda a muestra la contracción auricular en la diástole y ante el compromiso hemodinámico del feto, esta onda presenta cambios como flujo ausente o reverso. Dichos cambios se relacionan con el aumento de la poscarga del ventrículo derecho y la falla cardiaca derecha ocasionada por hipoxia del miocardio, misma que se ha documentado en fetos con RCIU. Flujo ausente o reversos en la onda a se asocian con mortalidad perinatal de un 40-100% en RCIU temprano, independiente a la edad gestacional al momento de parto (Pimiento Infante & Beltrán Avendaño, 2015).

2.5 Diagnóstico de la RCIU por imagen y datos antropométricos.

De acuerdo con datos antropométricos y estudios de imagen, pueden clasificarse en estadios:

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE RCIU DE ACUERDO CON ESTUDIOS DOPPLER Y CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS.

Estadio	Características
Estadio 0	PFE o CA <percentil 10. El Doppler de UA) y MCA es normal
Estadio I	PFE o CA <percentil 10 más flujo Doppler anormal del UA o MCA.
Estadio II	PFE o CA <percentil 10 más flujo Doppler ausente o invertido del UA
Estadio III	PFE o CA <percentil 10 más flujo Doppler ausente o invertido de la DV.

NOTA: Peso Fetal Estimado (PFE), Circunferencia Abdominal (CA), Doppler de Arteria Uterina (UA) y Arteria Cerebral Media (MCA). Propuesto por Mari et al. y recuperado de Sharma D., Shastri S., Sharma P. (2016). Intrauterin Growth Restriction: Antenatal and Postnatal Aspects. Clinical Medicine Insights: Pediatrics 2016:10

3. Desarrollo del Sistema Nervioso Central

La formación del Sistema Nervioso Central (SNC) se encuentra regulado a nivel genético, molecular y celular, consiste en un proceso complejo para formar un sistema anatómico y funcional normal, eventualmente al existir algún evento adverso ya sea externo o interno con una agresión a nivel molecular o celular, resultará en malformaciones del SNC (Fotos et al., 2011).

Los genes intervienen en todas las etapas del desarrollo: formación del tubo neural, proliferación de las neuronas, migración, diferenciación, interacciones neurona-glía, estabilización sináptica, etc., y tras la formación de las estructuras, existirá el desarrollo neuronal incluidas proceso de regresión con una poda de las conexiones y una eliminación de células excedentes. La modulación de la organización neurona continúa a lo largo de la vida, en los dos primeros años existirá un mayor crecimiento del cerebro y a los cuatro años la maduración habrá alcanzada las características principales del cerebro adulto (Mancini J., Milh M., 2015).

Los acontecimientos tempranos para la formación del sistema nervioso son la gastrulación y la neurulación, lo que finalmente dará lugar a la formación del tubo neural y estructuras principales del encéfalo y médula espinal (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019). A partir de la formación rudimentaria de estructuras anatómicas, el sistema nervioso comienza una serie de procesos complejos, como lo es la generación y diferenciación neuronal (Afifi A., 2005).

La ventana de crecimiento neuronal temporal se cierra antes del nacimiento y posterior al nacimiento, las células precursoras desaparecen, sin embargo, se pueden agregar pocas o nulas neuronas para remplazar a aquellas que se pierden por la edad o lesión en la mayoría de las regiones encefálicas (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

A partir de la diferenciación celular se dará el desarrollo cortical, la cual incluye tres fases: proliferación celular, migración de células a posiciones características y maduración celular (Afifi A., 2005).

1. La zona de proliferación principal es la zona ventricular, dónde se encuentra la matriz germinal (tejido subependimario adyacente a los ventrículos laterales) sitio precursor de neuronas, células macrogliales, astrocitos y oligodendrocitos (Mancini J., Milh M., 2015), dicha matriz germinal es transitoria, desapareciendo hacia las 32-34 SDG y a partir de dónde las neuronas migran hacia la corteza cerebral (Garamendi et al., 2008).
2. A partir de la zona ventricular, las neuronal migran y recorren largas distancias distribuyéndose dentro de los límites del tubo neuronal, corteza cerebral y en algunos casos al sistema nervioso periférico (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019). La migración neuronal se extiende del tercero al quinto mes de la gestación, aunque inicia a partir de las 8 semanas de amenorrea (SA), y es a la semana 24, cuando la corteza humana tiene casi todas las neuronas (Mancini J., Milh M., 2015).

3. La maduración neuronal consiste de cuatro etapas: 1) evaginación y alargamiento de axones, 2) elaboración de procesos dendríticos, 3) expresión de propiedades bioquímicas y 4) formación de conexiones sinápticas (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).
4. Una vez que las células migraron hasta su posición final, se establecerán circuitos neurales, y para que esto suceda las neuronas se unirán a través de axones para la formación de sinapsis entre parejas presinápticas y postsinápticas. En el extremo de cada axón se encuentra el cono de crecimiento, el cual detecta y responde a moléculas de señalización para direccionar el axón a la vía correcta y, por último, facilitan las asociaciones sinápticas funcionales (Mancini J., Milh M., 2015) (Afifi A., 2005).

La mielinización neuronal inicia alrededor del sexto mes de embarazo y continúa hasta la vida adulta, dado en diferentes periodos del desarrollo (Afifi A., 2005). La mielinización avanza en un orden definido, de caudal a hacia rostral, de tal forma, la médula espinal y los nervios periféricos inician in útero durante el segundo trimestre (nervio ciático desde la 12ª semana in útero), el tronco cerebral, el cerebelo y núcleos grises son mielinizados pronto y con rapidez, entre la 30ª semana in útero y las primeras 8 semanas de vida. En el caso de los hemisferios, se detecta la mielina hasta el primer mes del nacimiento y se extiende hasta los 15 años, siendo más lenta y tardía (Afifi A., 2005; Mancini J., Milh M., 2015).

Durante los primeros dos años de vida, la mielinización tiene cambios notables y se da de forma secuencial, cronológica y topográfica, explicada a continuación: 1) vías sensoriales antes que las motoras, 2) vías de proyección antes que las de asociación, 3) sitios telencefálicos centrales antes que los polos telencefálicos, 4) polos occipitales antes que los frontales y temporales, 5) segmento posterior de la cápsula interna antes y más rápido que el segmento anterior, 6) cuerpo y esplenio del cuerpo calloso antes y con mayor rapidez que el rostro y 7) segmento central del pedúnculo cerebral antes que los segmentos lateral y medial (Afifi A., 2005). (Anexo 6).

Como se mencionó anteriormente, los periodos de la migración neuronal y posteriormente los periodos de maduración celular y mielinización, se ve comprometida particularmente a partir del tercer mes en adelante, hasta aproximadamente los dos años por la desnutrición, y ante ello, la deficiencia de micronutrientes. Se han identificado la importancia de ciertos micronutrientes en el desarrollo neurológico, entre las cuales se encuentran:

- a) Vitamina B9 (ácido fólico, folatos). Su carencia es frecuente en países desarrollados, afecta del 5-25% de las mujeres. Los folatos se encuentran implicados en la síntesis del ADN y del ARN. Cuando es deficiente se asocia con defectos del tubo neural (Coviello et al., 2018b; Mancini J., Milh M., 2015).

- b) Vitamina B12. Contribuye a la metilación del ADN y la síntesis de epinefrina, junto con la síntesis de metionina (Coviello et al., 2018b; Mancini J., Milh M., 2015).
- c) Vitamina E. Es un antioxidante que participa en el mantenimiento de la integridad y la estabilidad de las membranas. Su suplementación sería útil para la prevención de las hemorragias intraventriculares en el período perinatal (Mancini J., Milh M., 2015).
- d) Colina. Importante para el desarrollo del tubo neural (Coviello et al., 2018a).
- e) Zinc. Importante para la formación de neuronas, migración y producción de sinapsis, además de modular la neurogénesis y la apoptosis neuronal. Al administrarlo como suplemente puede reducir el riesgo de parto prematuro (Coviello et al., 2018b; Mancini J., Milh M., 2015).
- f) Triptófano. Aminoácido necesario para la formación de neurotransmisores (Coviello et al., 2018a).
- g) Omega-3. Ácido graso importante para el desarrollo de las membranas de las células neurales (Coviello et al., 2018a).
- h) Yodo. Al existir una deficiencia puede existir una alteración de la neurogénesis fetal, migración neuronal, sinaptogénesis y la mielinización, de igual forma, al existir bajos niveles de yodo en la leche materna existirán efectos postnatales. En los cuadros graves de deficiencia de Yodo, se asocia con retraso de crecimiento e hipotiroidismo, retraso mental, alteraciones comunicativas, diplejía espástica y estrabismo (Coviello et al., 2018b; Mancini J., Milh M., 2015).
- i) Hierro. Su deficiencia perturba el metabolismo dopaminérgico, la mielinización y repercute en la función del hipocampo y en la estructura cerebral, con impacto negativo a nivel cognitivo, motor, socioemocional y conductual. Es importante para el desarrollo de la corteza frontal y los ganglios basales (Coviello et al., 2018b; Mancini J., Milh M., 2015).
- j) Magnesio. Interviene en múltiples reacciones enzimática. Su administración en mujeres embarazadas ejerce un papel protector sobre el feto, puede bloquear la entrada de calcio a la neurona, evitando así trastornos vinculados a la cascada excitotóxica (Mancini J., Milh M., 2015)

Además, es importante considerar las diferentes etapas del desarrollo del SNC, pues de acuerdo con el momento en el que el feto se encuentre expuesto ante un ambiente poco óptimo, tendrá en consecuencia un desarrollo cerebral anormal intrauterino a partir de dicha etapa y, en consecuencia, deficiencias que podrían continuar a lo largo del neurodesarrollo postnatal e inclusive en etapas escolares o edad adulta (Anexo 6). Tal es el caso de la hipoxia fetal y la redistribución del flujo sanguíneo cerebral en la RCIU, en la clínica y gracias a estudios de imagen se han descrito diversas consecuencias cerebrales en esta población.

Tal como lo describe Lawrence K., et al 2019, en donde menciona que fetos expuestos ante una hipoxia crónica tendrá en consecuencia una necrosis focal en la sustancia blanca del lóbulo frontal, plegamiento cortical reducido, densidad neuronal reducida en los tractos de materia blanca del lóbulo frontal, lóbulo temporal y región de CA1 del hipocampo, además de una reducción de la mielinización, específicamente la reducción de la densidad de mielina en tractos distales de sustancia blanca del lóbulo frontal y temporal, cabe mencionar que dichos resultados fueron expuesto en un estudio realizado en ovejas (Lawrence et al., 2019). Por otro lado, Kinney et al., 2012 y Samuelson et al., 2007 describieron que modelos de RCIU e hipoxia, han demostrado un deterioro de la neurogénesis y la mielinización, ambas relacionadas con el aumento de la vascularización de la sustancia blanca y con ello la detención de la maduración de oligodendrocitos (Kanaan et al., 2006; Kinney et al., 2012; Lawrence et al., 2019)

4. Nutrición y peso en el desarrollo cerebral

El periodo fetal es un momento de enormes cambios neurológicos y ante una adversidad prenatal existen compensaciones en otros sistemas de órganos en un intento de proteger el cerebro. A menudo esta adversidad prenatal puede contribuir al parto prematuro, al bajo peso y la RCIU, y en consecuencia influye de manera considerable en el cerebro y en el comportamiento a lo largo de la vida (Vohr et al., 2017).

La malnutrición hace referencia a la carencia, los excesos y los desequilibrios de la ingesta calórica y de nutrientes de una persona. Abarca tres grupos de afecciones: 1) desnutrición, incluyendo la emaciación (peso insuficiente respecto a la talla), el retraso de crecimiento (talla insuficiente para la edad) y la insuficiencia ponderal (peso insuficiente para la edad); 2) malnutrición relacionada con la carencia o exceso de micronutrientes (vitaminas y minerales); 3) sobrepeso, obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación (cardiopatías, diabetes, etc.). La nutrición, especialmente durante los primeros 1000 días, localizados entre la concepción, gestación y el segundo año de vida del niño, son particularmente importantes para asegurar el desarrollo básico del niño y beneficios a largo plazo (OMS, 2021; Wisbaum et al., 2011).

El bajo peso al nacimiento (<2500 g) conlleva a serios problemas de salud en cuestiones de mortalidad, morbilidad y costos económicos en el sistema de salud de un país. Cabe mencionar que tan sólo en países en desarrollo, existe una incidencia del 19% de recién nacidos con bajo peso, mientras que a nivel mundial representa un 15%, además los recién nacidos con bajo peso al nacimiento tienen 40 veces más de riesgo a morir en período neonatal, aumentando a 200 veces en aquellos con peso inferior a 1,500 g. Se ha descrito que aquellos infantes con peso bajo muestran un alta morbilidad y secuelas en el desarrollo físico e intelectual las cuales pueden presentarse en etapa infantil o persistir hasta la edad adulta (Castro-Delgado et al., 2016).

Se ha descrito que una deficiencia de micronutrientes, en consecuencia, de diversos factores cómo lo es la desnutrición materna, sobrepeso por consumo de alimentos de baja calidad nutricional, un índice de

masa corporal de la madre (<18 IMC), repercuten en el desarrollo neurológico del neonato, y además conllevan a un mayor riesgo de parto prematuro, defectos fetales anomalías congénitas, bajo peso y muerte perinatal (Vohr et al., 2017)

Actualmente se conoce que bebés expuestos ante una desnutrición materna se asocia a mayores tasas de RCIU, bajo peso al nacer, partos prematuros y bebés nacidos pequeños para la edad gestacional y que además dicha población presentan un déficit de nutrientes críticos en los tejidos al nacer. Teniendo en cuenta que el estado nutricional maternos subóptimo durante y después del embarazo, tendrán en consecuencia bajas concentraciones de micronutrientes en leche materna, lo cual aumentaría el riesgo de deficiencias en el lactante (Vohr et al., 2017).

Al igual que la prematurez, el bajo peso se encuentra relacionado con lesión cerebral y con diversas alteraciones en la maduración normal del cerebro, viéndose reflejados en diversas complicaciones, entre ellas la retinopatía del prematuro, displasia broncopulmonar, la enterocolitis necrosante, hemorragia intraventricular grave y leucomalacia periventricular, enfermedad pulmonar crónica, retardo de crecimiento, y otros déficits psicomotores o sensoriales cómo lo es la sordera, déficits de atención, funciones ejecutivas y memoria de trabajo, habilidades motoras. Además, se ha reportado que niños con extremo bajo peso al nacer muestran signos de desarrollo anormal, incluso hasta los 10 años de edad, lo que tendrá una influencia en el rendimiento escolar y académico (Castro-Delgado et al., 2016).

Travé T., y colaboradores (2019), mencionan que recién nacidos con antecedentes de restricción de crecimiento intrauterino muestran un patrón de crecimiento compensatorio (catch-up o crecimiento recuperador), el cual se completa antes del segundo año, sin embargo en muy prematuros (<32 SDG) o de muy bajo peso al nacer (MBP, <1.500g), no se tenía muy claro los comportamientos de crecimiento recuperado, por lo que Travé T., et al, realizaron un análisis para describir las medidas antropométricas. En dicho artículo describen que recién nacidos con MBP alcanzaron un peso normal en el primer año de vida y habían alcanzado una talla normal a los 2, 4, 6 y 10 años, aquellos con extremado bajo peso (EBP, condición del pequeño para la edad gestacional-PEG) y asociado a ser pretérmino (PT) se relacionó a una recuperación inadecuada de talla a los 2, 4 y 10 años. Mientras que PEG sólo se asoció a crecimiento recuperado inadecuado a los 10 años y aquellos prematuros entre 28 y 32 SDG solo se asoció a un crecimiento recuperador inadecuado a los 2 y 4 años. Cabe mencionar que los niños EBP o PT extremos tenían un riesgo aumentado de recuperación inadecuada de la talla a los 2, 4 y 10 años. Aproximadamente el 85% de niños nacidos con MBP y el 53% de EBP alcanzan una talla normal a los 4 años de edad (Durá-Travé et al., 2020). Cabe mencionar que en dicho artículo no se tomaron en cuenta las características propias de una población expuesta a RCIU y aquellos PEG, por lo que sería conveniente contar con parámetros de crecimiento entre ambas poblaciones.

5. Patrones de crecimiento infantil de la organización mundial de la salud

Las gráficas de referencia de crecimiento son un instrumento para determinar el grado en que se satisfacen las necesidades fisiológicas de crecimiento y desarrollo durante la infancia (Lozano De La Torre, 2007). Son utilizados en salud pública y diversas organizaciones para la vigilancia del bienestar de los niños y con ello reducir la mortalidad y morbilidad en la niñez, además de ser utilizada para detectar a niños o poblaciones con un crecimiento inadecuado. En 1994 la OMS inició un estudio multicéntrico sobre el patrón de crecimiento, la cual se extendió entre 1997 y 2003 con el fin de generar nuevas curvas para evaluar el crecimiento y el desarrollo infantil. (*Patrones de Crecimiento Infantil de La OMS*, 2006). Más tarde, en 2006, la Organización Mundial de la Salud (OMS) compuesto por un grupo de expertos, publicaron nuevos estándares de curvas describiendo el crecimiento infantil “idóneo” de acuerdo con sexo y la edad gestacional. Estos parámetros de crecimiento son utilizados en la práctica clínica para el seguimiento del infante, el diagnóstico de enfermedades tempranas, así como, para la vigilancia de la evolución de los infantes durante el tratamiento, entre otras (Boussard & Dommergues, 2019; Marugán De Miguelsanz et al., 2005; WHO, 2006).

Para la valoración del estado nutricional del infante se realizan medidas antropométricas para poder determinar los parámetros de crecimiento, incluyendo es Longitud/Talla para la Edad (L/E), Peso para la Edad (P/E), Peso para la Longitud (P/L) e Índice de Masa Corporal para la edad (IMC), las cuales son representadas en curvas de percentiles y de puntuación Z y valorados a lo largo de infancia, aunque, con mayor importancia durante los 2 primeros años, ya que en este periodo el infante es más susceptible a la deprivación de nutrientes (Boussard & Dommergues, 2019; Marugán De Miguelsanz et al., 2005; WHO, 2006).

El crecimiento se encuentra condicionado por la interacción de diversos factores entre ellos endocrinos, genéticos, nutricionales, enfermedades intercurrentes y enfermedades crónicas, o bien factores medioambientales y culturales (Boussard & Dommergues, 2019) (Marugán De Miguelsanz et al., 2005). Es importante mencionar que del nacimiento a los 4 años se da la primera fase del crecimiento, la cual se caracteriza por su rapidez: en el primer año crece una media de 25 cm, durante el segundo 12 cm, en el tercer año unos 9 cm y al cuarto año 7 cm, de tal forma, que el peso al nacer se doble al sexto mes y se triplica al final del primer año (Boussard & Dommergues, 2019).

La OMS proporciona una Software especial “OMS Anthro versión v3.2.2”, que cumple tres características y usos: permite calcular datos antropométricos, realizar un seguimiento individual y determinar el estado nutricional. Por medio de esta herramienta y por fines de este trabajo, se obtuvieron datos de índices de crecimiento, incluyendo los Percentiles y la Puntuación Z del peso para la edad (P/E), Longitud o talla para la edad (L/E) y Perímetro Cefálico para la Edad (PC/E), obtenidos de forma individual y posteriormente observadas entre grupos (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2013; WHO, 2009).

- Peso para la edad. Indicador del crecimiento que relaciona el peso con la edad.
- Longitud/talla para la edad. Indicador de crecimiento que relaciona la longitud o talla de un niño para su edad. La longitud es utilizada de los 0 a los 24 meses, mientras que la estatura para la edad de los 2 a 5 años.
- Puntuación Z. Puntaje que indica que tan lejos de la media se ubica una medición. También conocido como puntuación de desviación estándar. Las líneas de referencia de las curvas de crecimiento (etiquetadas 1, 2, 3, -1, -2, -3) (Tabla 4).

TABLA 4. INTERPRETACIÓN DE PERCENTIL Z Y PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

INTERPRETACIÓN DE PZ		
PZ	PESO/EDAD	LONGITUD/EDAD
≥ 2	Alto Peso	Talla Alta
$>1,5$ y <2	Peso Adecuado	Talla Adecuada
$\leq 1,5$ y -2	Alerta Bajo Peso	Talla Alerta
≤ -2 y > -3	Bajo Peso	Bajo Peso
≤ -3	Muy Bajo Peso	Talla Muy Baja

NOTA: PZ=Puntuación Z.

(UNICEF,2013).

6. Desarrollo psicomotor

El desarrollo de la primera infancia es un gran predictor de la salud y bienestar a lo largo de la vida, en dónde se ve incluida el desarrollo motor grueso, motor fino, y dónde además se incluyen procesos cognitivos y sociales (Kabisch et al., 2019).

En la actualidad se considera que el desarrollo motor es un proceso de maduración no lineal, la cual se verá afectado por diversos factores como lo es el peso del niño, la fuerza muscular o presencia de algún trastorno y que además depende de la información y antecedentes genéticos, las cascadas epigenéticas y la experiencia ambiental (Hadders-Algra, 2018; Kabisch et al., 2019). Este comportamiento motor es el producto de la interacción continua entre múltiples redes neuronales que median una acción motora y no necesariamente son inducidas por vías sensoriales, ya que se basa en la actividad espontánea y patrones propios del tejido neural, sin embargo, posteriormente se verán involucradas por sistemas sensoriales (propioceptivo, visual y auditivo) que respaldarán el proceso de adaptación, aprendizaje motor y selección de acciones motoras (Hadders-Algra, 2018).

6.1 Desarrollo motor grueso

La función motora gruesa implican la capacidad del niño para coordinar y ejecutar movimientos en músculos más grandes como brazos, piernas y espalda, lo que le permitirá posicionar el cuerpo y moverse en el entorno. Es por ello, que para lograr una función motora debe existir un control postural para el mantenimiento vertical de cabeza y tronco, en el cual, el control del cuello y cabeza se logra dentro de los primeros 3- 4 meses y dentro de los meses siguientes se logra la sedestación (5-8 meses) y el gateo (6-10 meses), seguida de pie sin apoyo entre los 9-13 meses para posterior lograr la marcha independiente entre los 10-14 meses (Hadders-Algra, 2018; Kabisch et al., 2019). Para lograr el control motor, es necesario que exista una organización neural básica del control postural y de los movimientos locomotores, precedidos por movimientos fetales y los movimientos generales, así como diversas vías corticales y subcorticales, sin embargo, por fines de estudio de este trabajo, se profundizará en el desarrollo motor fino (García A., 2012).

6.2 Desarrollo motor fino

La función motora fina abarcan los movimientos de los músculos pequeños, principalmente dedos y ojos, lo que permite la capacidad de alcanzar objetos, levantarlos, transportarlos y manipularlos (Kabisch et al., 2019) (Hadders M., 2018, p. 415). Para ello, se requiere de la integración motora visual y el sistema somatosensorial para permitir la exploración, así como el aprendizaje de secuencias de movimientos complejos y precisos que permitirán la escritura, el uso de teclados, actividades de la vida diaria, etc. Los trastornos o retrasos en el desarrollo de la motricidad fina pueden estar asociados a alteraciones en la fuerza o tono muscular, deterioro de habilidades motoras visuales, coordinación bimanual, entre otras (Smith, 2021). También se ha visto que los retrasos motores pueden afectar la capacidad de un niño para gesticular, imitar, manipular juguetes y participar en juegos sociales, por lo que he ahí la importancia del desarrollo motor fino (Smith, 2021).

La prensión voluntaria depende de una secuencia de acciones sintetizadas en tres fases:

1)Primera fase: A partir de la información visual, se produce una fijación y centrado de la atención y la detección visual del objeto, permitiendo la identificación (forma y tamaño) y localización espacial (distancia y dirección). A partir de esta primera etapa, se producirá una planeación y programación del movimiento del brazo para así producir una aproximación al objeto. Entre ellos la extensión del brazo con apertura de mano, así como el control muscular del cuello y tronco para lograr la estabilidad necesaria para alcanzar el objeto. El movimiento se produce de forma bilateral y simétrica (16-25 semanas) y continúa con movimiento unilateral (Espinosa J, Arroyo O, Martín P, Ruiz D, 2010). El movimiento voluntario anticipatoria se presenta hasta los 7 meses el cual se presentará hasta el final del movimiento, y a los 15 meses, el niño puede interceptar un objeto en movimiento para que a los 18 meses pueda tomarlo (Espinosa J, Arroyo O, Martín P, Ruiz D, 2010).

2) Segunda fase: Prensión. Consiste en tomar un objeto con ayuda de los dedos, en principio con la palma de la mano y progresa en sentido proximal a distal (palmar a extremos de los dedos) y cubito-radial (zona hipotenar hacia el pulgar) (Espinosa J, Arroyo O, Martín P, Ruiz D, 2010).

- Prensión rascada o de rastrillo (20-28 semanas).
- Prensión cúbito-palmar (20 a 28 semanas). Entre los últimos dedos y la eminencia hipotenar.
- Presa palmar o de mantenimiento (Holding) (28 a 32 semanas). Entre los cuatro últimos dedos y la palma.
- Pinza inferior (28-32 semanas) dónde pueden tomarse objetos pequeños entre las caras laterales de las falanges distales del pulgar e índice.
- Pinza palmo-radio-digital (hacia las 36 semanas), dónde pueden realizarse movimientos individuales de los dedos.
- Pinza superior (a las 36 semanas), por enfrentamiento de falanges distales del pulgar e índice, que además coinciden con la liberación del reflejo tónico flexor para permitir liberar los objetos.

3) Tercera fase. Manipulación y exploración. Entre los 2-3 meses la exploración será oral, y entre los 4 y 6 meses la exploración visual tiene prioridad y además iniciara la transferencia de objetos entre manos, sin embargo, es hasta el año cuando comprenderá la función de los objetos y establecerá relaciones simples entre ellos (ej. Relaciona la función cuchara, mano y boca para alimentarse, etc.) para que después de los 12 meses, pueda realizar actividades simbólicas cómo comer, beber, hacer torres, introducir objetos en recipientes o realizar actividades de encaje (Espinosa J, Arroyo O, Martín P, Ruiz D, 2010; Hadders-Algra, 2018).

6.3 Desarrollo cognitivo

Piaget describe el desarrollo de las inteligencias y la comprensión del mundo durante los dos primeros años del niño (Richmond P., 1981) en el cual el periodo sensorio-motor abarca el desarrollo dentro de los primeros dieciocho meses. En un inicio el lactante no presenta todavía pensamiento ni afectividad ligada a representaciones que permitan evocar las personas o los objetos ausentes, sin embargo, a partir de reacciones afectivas elementales y la formación de subestructuras cognoscitivas, participarán en la construcción perceptiva, intelectuales y afectivas en un futuro (Piaget J., 1984). Por otro lado, a partir de las conductas innatas, como lo es la succión, la prensión y una actividad limitada corporal son un punto de partida en la secuencia del desarrollo, incluidas las respuestas sensorio-motrices procedentes del interior de su cuerpo y del ambiente próximo inmediato, seguidas de la discriminación sencilla y la coordinación de conductas las cuales permitirán nuevos modelos de conducta, o adaptaciones (Richmond P., 1981).

Diversos autores, como lo es J. Piaget, B. Inhelder, W. Köler o K. Bühler, concuerdan en la teoría de la inteligencia previa al lenguaje, constituido y apoyado partir de percepciones y movimientos mediante una

coordinación senso-motora de acciones sin que intervengan la representación o el pensamiento (Richmond P., 1981) (Piaget J., 1984).

- Estadio de los reflejos: estímulo-respuesta y asimilación. Consiste en estadios en diferentes etapas del desarrollo y con una progresión continua, pasando de movimientos espontáneos y del reflejo a hábitos adquiridos y después a la inteligencia. Existe un mecanismo de asociación y/o asimilación que permite adicionar los condicionamientos a los reflejos. El primer mecanismo de asociación, describe que a partir de estímulos externos existe una respuesta de subordinación de las relaciones adquiridas. Por el contrario, se ha supuesto que el mecanismo de asimilación, parte de que la relación nueva se integra ante un esquema o estructura anterior, dándole la importancia a estímulos exteriores, así como a la actividad organizadora (Piaget J., 1984).
- Estadio II: formación de primeros hábitos basados en conductas adquiridas, en un inicio por un esquema sensorio-motor, sin embargo, pueden ser en ausencia de inteligencia, ya que en los hábitos elementales puede haber ausencia entre la diferenciación de los medios y los fines. Por otro lado, en un acto de inteligencia existe una persecución planteada desde el comienzo y una búsqueda de los medios apropiados (Piaget J., 1984).
- Estadio III. Consiste en el desarrollo de las acciones sensorio-motoras a partir de las transiciones. Parte entre los cuatro meses y medio, cuando existe una coordinación entre la visión y la prensión (manipulación de objetos), lo cual permite al infante manipular objetos a cierta distancia al colocar un objeto que pende del cordón del cunero en primera instancia con movimientos de “reacción circular” y posterior, evolucionando a la identificación entre un nuevo objeto y con ello la diferenciación entre el fin y el medio (Piaget J., 1984).
- Estadio IV y V. Se observan actos de inteligencia más compleja, cómo es el caso de alcanzar objetos lejanos o que desaparece bajo una sábana o cojín. Puede observarse entre los 8 y 12 meses. En el estadio IV, a partir del fin (objeto), los medios empleados se forman de acuerdo a los ya conocidos, a diferencia del estadio V, dando entre los once y doce meses, en el cual existe una búsqueda de medios nuevos y diferentes a los esquemas conocidos, es decir, en este último, el niño al no tener éxito en alcanza un objeto de forma directa, puede lograr tirar de un cordón o coger la esquina de una sábana para obtenerlo, por otro lado, el niño también puede prever ciertos acontecimientos, es decir, si la puerta se abre, sabrá que alguien va a aparecer (Piaget J., 1984) (Richmond P., 1981).
- Estadio VI. El niño explora y es capaz de contar con medios nuevos exteriores o materiales, así como por combinaciones interiorizadas que conllevan a una comprensión. Señala el término del período sensorio-motriz y la transición con el período siguiente. Un ejemplo, es que el niño al intentar abrir una caja entreabierta sin tener éxito (estadio V), explora una nueva acción hasta lograr abrir la caja

a partir de representaciones sensorio-motriz en su mente y de un modelo interno el cual trasladará al medio ambiente (Piaget J., 1984) (Richmond P., 1981).

Por otro lado, Gesell A., y Amatruda C. (1958), describe el desarrollo y las conductas madurativas de forma secuencial, a partir de una respuesta neuromotora apoyada de la interacción genética y ambiental, teniendo en sí, una construcción del sistema-de- acción, la cual se ve representado por cinco aspectos de conducta: 1) Conducta adaptativa; 2) Conducta motriz gruesa; 3) Conducta motriz fina; 4) Conducta del lenguaje y 5) Conducta personal-social (Gesell, A., 1985).

7. Corteza de asociación y procesos cognitivos

La corteza de asociación es responsable del procesamiento complejo. Recibe e integra información proveniente de proyecciones aferentes, como es el caso de la corteza sensitiva primaria y secundaria, el tálamo y el tronco del encéfalo, de tal forma que, al atender un estímulo del medio externo e interno, planifica y genera una respuesta conductual apropiada, partiendo desde una referencia de la corteza de asociación hacia el hipocampo, los ganglios basales y el cerebelo (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

Se encuentra ubicada en los lóbulos parietales, temporal y frontal, así como en el occipital, sin embargo, este último se encuentra vinculado a la visión. En conjunto, se relacionan con la capacidad para prestar atención a estímulos complejos, identificar las características relevantes de estos estímulos, reconocer los objetos relacionados y planificar respuestas apropiadas. A toda esta capacidad integradora se le denomina cognición (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

En un inicio, Posner y Snyder (1975), definen el control cognitivo como el constructor más amplio de priorización de información para la toma de decisiones impulsadas por objetivos. Dichos procesos de cognición requieren de una interacción de los componentes de control, misma que interactúan a través de redes definidas relacionadas, entre ellas, se encuentra el proceso de atención. Se piensa que la atención sirve al control cognitivo modulando el procesamiento de la información de una forma coherente y que además cuenta con redes interconectadas pero separables, como lo es la alerta, la orientación y el control ejecutivo, más tarde y la versión actualizada actualmente, propuesta por Posner y Peterson (1990) describieron que existen cinco redes funcionales y neuralmente distintas, expandidas de las tres principales: (Mackie et al., 2013) (Fisher, 2019).

- Alerta. Incluye las regiones talámicas y frontoparietal, se encuentra involucrada en la vigilancia ante un estímulo inminente (Fisher, 2019; Mackie et al., 2013).
- Orientación. Encargada de la selección de información de varias fuentes sensoriales, distribuida en dos redes de orientación, una red dorsal (asociada con movimientos oculares estratégicos rápidos, relaciones espaciales y acciones de dirección), y una red ventral (responde a estímulos entrantes en

diferentes modalidades para la identificación de objetos y rostros) (Atkinson & Braddick, 2007; Fisher, 2019; Mackie et al., 2013).

- Control ejecutivo. Involucrada en la detección y resolución de conflictos en el procesamiento de la información, también compuesta de dos redes, la red frontoparietal (cambios y ajustes de tareas en tiempo), y la red cíngulo-opercular (mantenimiento de los objetivos de las tareas en los ensayos) (Fisher, 2019; Mackie et al., 2013).

7.1 Atención selectiva

Se le denomina atención selectiva a la capacidad de seleccionar y procesar información específica mientras se suprime simultáneamente el procesamiento distractor irrelevante, se encuentra asociada con actividad en áreas sensoriales y cerebro corticales de nivel superior, ya que reciben y procesan la información, y además controlan la dirección de la atención. La atención selectiva responde a la presentación de corrientes asincrónicas de objetos visuales y auditivos, y se ha relacionado a aspectos cognitivos, como es el caso para desempeñar habilidades del habla, memoria de trabajo, percepción, planeación del movimiento y la inteligencia no verbal (Isbell et al., 2017; Salo et al., 2017).

Salo y colaboradores (2017) en estudios de imagen, han sugerido que la atención selectiva por estímulos activa áreas de atención ventral, partes posteriores de la circunvolución temporales inferior y media (ITG y MTG, por su abreviación en inglés), la unión temporoparietal (TPJ) y las partes posteriores de las circunvoluciones frontales inferior y medial (IFG y MFG). Salo E. et al (2017), reportaron que la atención auditiva se asoció con la actividad bilateral en IFG/ MFG, circunvolución temporal superior/medial del hemisferio izquierdo (STG/MTG), también en lóbulo parietal inferior bilateral (IPL), giro precentral y el lóbulo parietal superior (SPL), mientras que el efecto principal de la atención visual se observó con una actividad del lóbulo parietal superior bilateralmente (SPL), circunvolución frontal superior posterior (SFG) y además con la actividad bilateral en corteza occipital en corteza laterales superiores. En conclusión, dicho estudio sugiere que diferentes subregiones en áreas frontales son asociadas con la atención selectiva auditiva y visual, sin embargo, en el lóbulo parietal estas regiones activadas son parcialmente superpuestas durante la atención auditiva y visual dirigida a un objeto. Además, en la atención auditiva como visual, se asociaron con una mayor actividad en áreas precentrales parcialmente superpuestas, debido a las respuestas motoras correspondientes a las tareas visuales o auditivas (Salo et al., 2017).

El estudio del circuito de neural de la atención selectiva, ha descrito el trabajo en conjunto de las redes del prosencéfalo y del mesencéfalo, las cuales participan en el control de la atención (Knudsen, 2018).

La red del mesencéfalo se encuentra constituida por el colículo superior, el tálamo y los ganglios basales, recibe información visual de la retina y de todas las modalidades sensoriales que proporcionan información espacial, así como del prosencéfalo que indica el objetivo espacial, respuesta y relevancia

conductual. El circuito del mesencéfalo monitorea los estímulos del entorno y selecciona el estímulo de mayor prioridad ante dos o más estímulos de provenientes de diferente ubicación, el estímulo más débil es suprimido por el estímulo más fuerte y relevante, y en consecuencia el colículo superior envía información a los núcleos premotores en tronco del encéfalo y médula espinal para producir una respuesta balística inmediata rápida (respuesta defensiva al estímulo y también asciende a núcleos talámicos para el procesamiento de información sensorial y en efecto una conducta voluntaria (Knudsen, 2018).

Por otro lado, se cree que el circuito del prosencéfalo codifica la información menos topográfica y más mezcladas en comparación con el mesencéfalo, sin embargo, su red de atención se centra en los mecanismos que generan las señales de selección, distribución de las vías de selección y la regulación de la información seleccionada. Los mecanismos de atención han sido explicados en roedores y primates, y se han demostrado que incluyen 1) circuito de retroalimentación desde áreas corticales de orden superior a áreas de orden inferior; 2) circuitos talámicos que incluyen neuronas inhibitorias en el núcleo reticular talámico (TRN) y 3) circuitos formados por neuronas colinérgicas de amplia proyección en el prosencéfalo basal (BF). Los cuales interactúan de forma cooperativa y con precisión temporal, lo cual permite la modulación del procesamiento de información de forma rápida y eficaz para responder a las exigencias del ambiente (Knudsen, 2018).

7.2 Desarrollo visual

En el periodo prenatal, se desarrolla la estructura anatómica general y los circuitos neuronales del sistema visual, caracterizada por la división celular, la diferenciación, migración y crecimiento temprano de axones, esta primera fase se encuentra regulado por la información genética y estimulación electrofisiológica endógena y molecular, sin embargo, al nacimiento su maduración continuará a partir de una dependencia del estímulo endógeno (Liu, 2016).

Al nacimiento, la agudeza visual es de 10 a 30 veces menores a la del adulto, ya que en el periodo postnatal se continuará con la mielinización y la plasticidad de diversas estructuras, como lo son el quiasma óptico, el colículo superior, el núcleo geniculado lateral, el nervio óptico, los receptores de la fóvea, e incluso la corteza visual (con pico máximo a los 8 meses), cabe mencionar que la corteza visual es comparable a la del adulto a partir de los 4 años y es reconocida como la del adulto hasta los 11 años. En la primera infancia, se dará la maduración de dos vías visuales principales, la vía visual ventral (occipito-temporal) y la vía visual dorsal (occipito-parietal), está última con una maduración más acelerada (Liu, 2016; Zihl & Dutton, 2015).

La función neuronal de la corteza visual es sujeto a los estímulos visuales provenientes de la experiencia, las cuales favorecerán la plasticidad, el desarrollo y perfeccionamiento de las vías visuales funcionales (vía ventral y dorsal), y a partir del desarrollo de ambas vías y las subestructuras correspondientes, se verán influenciadas en el trabajo en conjunto con otros sistemas funcionales, incluidas la atención, memoria ejecutiva, de motivación y de recompensa (Liu, 2016; Zihl & Dutton, 2015).

Además, la percepción visual también depende de la participación de otras vías neuronales como lo son los movimiento oculares y cefálicos y la atención, por lo cual, al no existir estímulos visuales suficientes, un sistema óptico preciso y la construcción de vías neuronales y fisiológicas normales, la percepción visual, incluidas el procesamiento y codificación de la información visual se verán afectados (Zihl & Dutton, 2015).

De acuerdo con el nivel de complejidad y procesamiento de la información, las capacidades de percepción visual pueden clasificarse en “inferiores” y “superiores”. Las “inferiores” o elementales involucran el campo visual, la adaptación visual a la luz y la oscuridad, la agudeza visual y la sensibilidad al contraste espacial, la visión el color y la visión espacial (localización, percepción de distancia y dirección, percepción de profundidad monocular y binocular), mientras que las capacidades visuales “más altas” incluyen la identificación y reconocimiento visual, orientación topográfica y geográfica, y texto y número (Zihl & Dutton, 2015).

7.3 Desarrollo de la fijación, orientación y atención ocular

A lo largo del primer año la atención presenta cambios drásticos, incluidos la atención visual ya que esta es inmadura al nacer y va madurando a lo largo del primer año de vida (Ross-Sheehy et al., 2017). A continuación, se expondrán las diferentes etapas del desarrollo de la atención.

- Atención en lactantes. Ha sido estudiado con la medición de la frecuencia cardiaca (FC) y estudios en electrocardiograma (ECG) al presentar un estímulo visual, dependiendo de la FC se ha clasificado el nivel de atención. Por lo tanto, al disminuir la FC se detecta la atención sostenida “visión pegajosa”, mientras que en la FC acelerada se presenta en la fase de antelación, es decir al momento del preestímulo y el período antes del comienzo de la desaceleración de la FC (Hitzert et al., 2015; Xie et al., 2019).
- La fijación ocular inicia a partir de la 30 SDG y mejora considerablemente en las siguientes 6 semanas y al término del embarazo está bien desarrollada. El campo visual lateral, así como fijación ocular mejora con la edad postnatal, sin embargo, lactantes menores de dos meses presentan limitación en campo lateral y en la acomodación de la diana (objeto). Los neonatos pueden realizar una acomodación activa a dianas entre 20 y 75 cm, sin embargo, es de forma deficiente (García A., 2012).
- La orientación visual se encuentra relacionada con la fijación ocular, ya que a partir de la fijación ocular se presenta la orientación activa (girar la cabeza y los ojos de forma integrada) ante un estímulo visual. Mediante fotooculografía infrarroja, se sabe que la persecución suave (smooth pursuit) está presente en la primera semana de vida y sus características no difieren en las primeras 16 semanas, aunque, si se observa un mayor aumento en el tiempo de persecución total, relacionado a un aumento de la capacidad de atención.

- Entre la semana 31 y 32 postmenstruales, existe una orientación visual fragmentaria (focalización visual), mientras que entre la semana 32 a 37 los pretérmino prestan atención y giran ojos a una luz suave de forma consistente, para las 40 SDG el neonato presta un seguimiento en arco horizontal desarrollado y 3 semanas después en un plano vertical, lo que le permite seguir un objeto en un círculo completo (García A., 2012).
- En datos conductuales y fisiológicos se describe un aumento de la atención orientada entre los 3 y 6 meses, con un aumento entre los 3 y 4 meses, y a partir de los 6 meses, se establecen procesos involucrados en la orientación atencional. Cabe mencionar que el desarrollo de la atención orientada continúa durante la infancia y la niñez, aunque entre los 5 y 6 meses se alcanzan niveles de atención similares a adultos (Gattis et al., 2020; Hitzert et al., 2015; Lunghi et al., 2020).

7.4 Desarrollo auditivo

El sistema auditivo transforma las ondas sonoras en actividad neuronal, que posteriormente se integran para guiar el comportamiento, incluyendo movimientos de orientación ante estímulos y la comunicación (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019). En un inicio constituido por el oído externo, oído medio y la endolinfa del oído interno, cuya función es la conducción de los fenómenos acústicos físicos que pueden sufrir cambios en amplitud y velocidad de propagación, en forma de ondas sonoras, mismas que se propaga a la cóclea en el oído interno, donde las ondas sonoras se transforman en proceso bioquímicos y transducidos por células ciliadas y codificados por actividad eléctrica del nervio auditivo (22,27). Las eferencias del núcleo coclear al complejo olivar superior, sitio de procesamiento inicial y lugar donde converge la información de ambos oídos, que permitirá la localización espacial del sonido. El núcleo coclear, también se proyecta al colículo inferior del mesencéfalo, centro integrador y primer lugar donde la información puede interactuar con el sistema motor, además, el colículo inferior se proyecta al tálamo (en complejo geniculado medial) y posteriormente a la corteza, para procesar aspectos integradores adicionales (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

A partir de la semana 32 intrauterina la mayoría de las estructuras auditivas se encuentran desarrolladas, incluidos los receptores auditivos, el nervio auditivo y la corteza auditiva, sin embargo, a pesar de su desarrollo y de la inmadurez del sistema, existe cierta sensibilidad auditiva, lo que permite que los estímulos auditivos atraviesan la pared abdominal y el líquido amniótico y sean procesadas de forma distorsionada. Se ha identificado una respuesta fetal ante los sonidos (estimulación acústica) los cuales incluyen taquicardia, movimiento de extremidades y de los párpados en fetos a término a partir de estímulos de 105 Db SPL y estímulos menores de 100 Db SPL sólo se han detectado taquicardias (Percepci & Fetal, 2000).

Por otro lado, la agudeza auditiva al nacimiento es deficiente y se adquiere en las siguientes semanas postnatales, incluyendo la mielinización del nervio auditivo en los siguientes meses, además, al nacer la

cavidad del oído medio (huesecillos) está llena de un tejido gelatinoso, lo que disminuye la conducción acústica, dicho tejido se reabsorbe al final de la vida fetal entre el mes 8 y 9 intrauterino, dando lugar a la cavidad del oído interno, sin embargo, el desarrollo de la vía auditiva finalizará su desarrollo alrededor de los dos años de edad (Percepci & Fetal, 2000).

8. Neurohabilitación

La Neurohabilitación fue desarrollado en Hungría por Ferenc Katona y un grupo multidisciplinario (neurólogos pediatras, neonatólogos, psicólogos, terapeutas, etc.) por primera vez en 1966. Consiste en un método diagnóstico y de tratamiento para ofrecer un abordaje clínico-diagnóstico temprano que permita prevenir o disminuir secuelas y daño neurológico en recién nacidos y lactantes con factores prenatales y perinatales que puedan producir lesión cerebral o afectar su neurodesarrollo. Se basa en el desarrollo de la ontogenia humana y en la repetición temprana e intensiva de patrones de movimiento (patrones sensoriomotores del neurodesarrollo) en un periodo determinado “factor tiempo”, aprovechando la inmadurez cerebral del lactante y la plasticidad cerebral para favorecer el desarrollo normal y evitar la aparición de posturas y movimientos anormales (Porras-Kattz & Harmony, 2007).

Como método diagnóstico, la metodología de Katona, evalúa diversos parámetros cómo lo son: 1) el tono muscular (pasivo y activo); 2) simetría entre hemicuerpos a lo largo de las maniobras; 3) atención; 4) seguimiento ocular y monitorización auditiva; 5) signos neurológicos de alarma (pulgar en puño, marcha en tijera, irritabilidad, hiperextensión axial, etc.). Una vez teniendo en cuenta estos datos durante la evaluación, el terapeuta toma en cuenta dicha información para realizar un programa de ejercicios individualizado que cumpla las necesidades del lactante, y que además los padres puedan realizar en casa (Harmony et al., 2016).

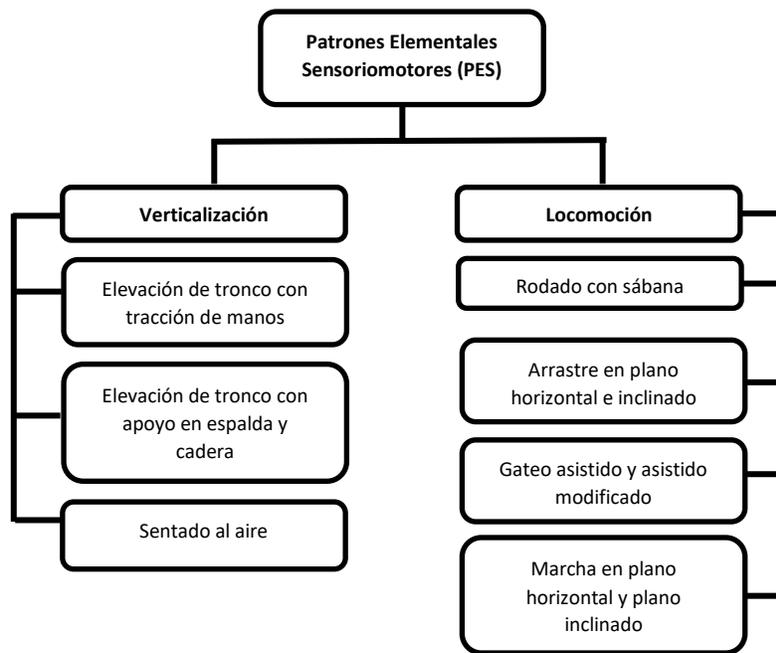
8.1 Movimiento complejos elementales

Los Movimientos Complejos Elementales (MCE) consisten en actividades innatas propias de los humanos con carácter automático al no ser voluntario o consciente, sin embargo, anticipa y determina evolutivamente la posibilidad de control de cabeza y tronco, sedestación, liberación de extremidades para la bipedestación y manipulación, así como la fijación y seguimiento visual en un rango de 180 grados. Dichos patrones de comportamiento se encuentran presente desde la semana 25 de gestación, y son descritos como Patrones Elementales Sensoriomotores (PES) por Katona (Mandujano et al., 2015).

Los PES son un conjunto de movimientos complejos propios del ser humano, los cuales son controlados inicialmente por estructuras subcorticales en desarrollo, y más tardes, son controlados a nivel cortical y extrapiramidal, con el fin de producir movimientos aprendidos espontáneos, voluntarios y de forma automática, los cuales permitirán el próximo desarrollo de patrones complejos como lo son el arrastre, sedestación, gateo y marcha (Harmony et al., 2016; Porras-Kattz & Harmony, 2007).

Dicho PES son movimientos reflejos, complejos y estereotipados de cabeza, tronco y extremidades, las cuales se dividen en dos grupos: 1) movimientos complejos de verticalización del cuerpo y 2) movimientos complejos de locomoción (Ilustración 5). Ambas, son activados mediante el posicionamiento de la cabeza y el cuerpo, con el fin de estimular núcleos vestibulares, proyecciones espinales, formación reticular, tálamo, cerebelo, ganglios basales, etc., y con ello lograr una retroalimentación entre estructuras cerebrales para lograr una organización en el control motor (Harmony, 2017; Harmony et al., 2016).

Ilustración 1. Patrones Elementales Sensoriomotores



(Barrera, 2015)

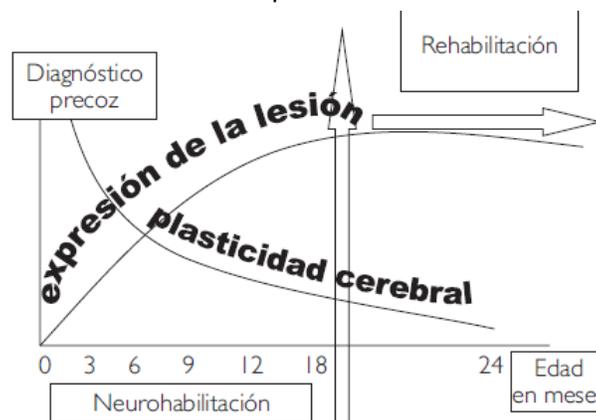
8.2 Fisiología y plasticidad neuronal a partir de la neurohabilitación

Las sinapsis neuronales son las unidades funcionales que definen los circuitos neuronales, y a partir de las cuales por medio de un medio interno y del entorno externo proporcionará un potencial para modular los circuitos neuronales en relación con su formación inicial y la maduración posterior. Esta capacidad es conocida como plasticidad cerebral, y es el principal aspecto donde se centra la Neurohabilitación. Además, existen otros dos fundamentos en la Neurohabilitación que acompañan a la plasticidad neuronal, siendo la repetición intensiva de los Patrones Elementales Sensoriomotores (PES) y la participación del núcleo familiar, las cuales promueven la reorganización funcional. (Porrás-Kattz & Harmony, 2007) (Chakraborty et al., 2021) (Barrera, 2015a).

La cantidad de conexiones nerviosas cerebrales son mayores en las primeras etapas de desarrollo y es a partir de estas ventanas de desarrollo que las conexiones sinápticas son susceptibles de cambios significativos dependiendo de los estímulos externos que se le proporcionen al individuo

Dichos periodos críticos (alta tasa de crecimiento cerebral, sinaptogénesis, proliferación y migración neuronal, apoptosis y finalmente plasticidad neuronal), la receptividad sináptica basadas en las experiencias y la activación repetida, son cruciales para la formación y restructuración de nuevas conexiones sinápticas que conducirán a un neurodesarrollo normal. Para el aprendizaje durante este período crítico, se describen nueve características principales: 1) competencias entre entradas sensoriales; 2) actividad eléctrica neuronal; 3) optimización sináptica; 4) período crítico dependiente de la edad y la experiencia; 5) tiempo y duración para proporcionar tareas definidas y secuenciales; 6) participación de moléculas específicas durante el período crítico; 7) roles de las actividades excitadoras e inhibitoras en los circuitos; 8) estado de excitación del individuo que permita la participación de circuitos aminérgico y colinérgico, considerado parte crucial de la neuro plasticidad, y por último; 9) el posible resurgimiento del período durante la edad adulta (Chakraborty et al., 2021). La curva de la plasticidad cerebral tiene su máxima expresión perinatalmente y disminuye gradualmente entre los 18 a 24 meses de edad, mientras que la expresión y la estabilización de una lesión se da hacia los 18 a 24 meses de edad, es por eso que deben aprovecharse las curvas de la plasticidad cerebral, con el objetivo de disminuir las secuelas de una lesión cerebral (Ilustración 6) (Porras-Kattz & Harmony, 2007).

Ilustración 2. Curva de plasticidad cerebral



8.3 Neurohabilitación y vías neuronales

El control motor y el control postural, depende de la interacción entre cuatro subsistemas principales. El primer circuito, consiste en la sustancia gris de la médula espinal y el circuito del tronco encefálico, que incluye las **neuronas motoras inferiores** y sus proyecciones fuera del tronco encefálico y médula espinal (ME) para inervar musculatura de cabeza y cuerpo; por otro lado, se encuentran las **neuronas del circuito local** que reciben aferencias sensitivas y proyecciones descendentes de centros superiores. Ambas participan para el movimiento, reflejo o voluntario, y también en la coordinación. Las **neuronas motoras superiores**, forman el segundo circuito y se localizan en el tronco encefálico, así como en la corteza cerebral, sus axones se proyectan con las neuronas del circuito local y con las neuronas motoras inferiores. Este segundo circuito es fundamental para la iniciación de movimiento voluntarios y para las secuencias espaciotemporales complejas del movimiento. Las proyecciones corticales frontales correspondientes a las áreas de Brodmann 4 (corteza motora primaria), 6 (corteza promotora lateral) y 8 (corteza premotora medial) las cuales son esenciales para la planificación, iniciación y dirección de las secuencias de los movimientos voluntarios. Cabe mencionar, que las motoneuronas superiores, también participan en el control del tono muscular y la orientación de ojos, cabeza y cuerpo, al interactuar con el sistema vestibular, somática, auditiva y sensitiva visual. Por último, el tercer y cuarto circuito, corresponden a la participación del **cerebelo y los ganglios basales**, ambos ejercen control sobre el movimiento al tener una participación reguladora. Por un lado, el cerebelo detecta diferencias y a partir del mismo reducir los errores motores identificados y, por otra parte, los ganglios basales suprimen el movimiento no deseado y preparan (o inhiben) circuitos motores para producir el movimiento (Purves D., et al., 2019).

Entendiendo que el sistema vestibular transmite información relevante a otros subsistemas en cadena, tendrá en consecuencia un impacto en el control motor y postural. Desde el punto de vista fisiológico, la organización cerebral, ocurre a través de la estimulación vestibular provocado con las maniobras a partir del posicionamiento y del entrenamiento de los PES (Barrera, 2015b; Mandujano et al., 2015).

El sistema vestibular se encuentra integrado por el nervio vestibular, los núcleos vestibulares y por sus eferencias espinales, oculomotoras y talamocorticales. Participa en la estabilización de la cabeza, ojos y tronco en el espacio y además sustenta la estabilización de la mirada. A partir de los receptores vestibulares (utrículo, sáculo y conductos semicirculares), la información se transmite por el nervio vestibular (VIII) hasta los cuatro núcleos vestibulares, los cuales se encuentran localizados entre la protuberancia y la parte superior del bulbo, y es a partir de aquí que se proyectan a médula espinal y corteza para cumplir con diversas funciones especiales. Las proyecciones del sistema vestibular son los fascículos vestibuloespinal lateral (FVEL), medial (FVEM) y caudal (FVEC) hacia las motoneuronas espinales, y otros fascículos vestibulocorticales (Barrera, 2015b; de Waele & Tran Ba Huy, 2002a).

Las proyecciones centrales vestibulares participan en tres reflejos principales: 1) Reflejo vértigo ocular, que mantienen el equilibrio y la mirada durante movimientos; 2) Reflejo vértigo espinal (RVE) y 3) Reflejo vértigo cervical (RVC) los cuales mantienen la postura y el tono muscular (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019)

El sistema vestibular se encuentra implicada en el control de diferentes músculos del cuello y en las sinergias motoras encargadas de la estabilización de segmentos cefálicos, así como en la coordinación de las actividades motoras del cuello, del tronco y de las extremidades. Siendo la interacción entre los FVSM y FBSL las que participan en el control de la musculatura axial y los ajustes posturales (Barrera, 2015b; de Waele & Tran Ba Huy, 2002a).

El FVSL proviene del núcleo vestibular lateral y discurre de forma ipsilateral por médula espinal en la sustancia gris del cuerno ventral para finalizar en las interneuronas en las láminas VII y VIII de Rexed y otras terminaciones directas en dendritas de neuronas motoras. Tiene proyecciones a nivel cervical y lumbosacro y algunas otras fibras envían información ascendente a núcleos de musculatura de ojos. Además, FVSL produce efectos facilitadores en las motoneuronas alfa y gamma de los músculos extensoras e inhibe neuronas motoras flexoras. Cabe mencionar que el FVEM contienen menos fibras que FVSL. Se origina en núcleo vestibular medial, y desciende en un solo fascículo longitudinal medial de forma ipsilateral y contralateral, la mayoría de sus fibras finalizan a nivel cervical y torácico (ninguna tiene proyección a nivel lumbar) en neuronas de las láminas VII y VIII de Rexed. Al contactar con motoneuronas axiales, ejerce funciones facilitador e inhibidor en las motoneuronas de los músculos del cuello y espalda, principalmente facilitador de motoneuronas flexoras. Otro aspecto a considerar es su participación en el control inhibitorio del cerebelo (Barrera, 2015b; de Waele & Tran Ba Huy, 2002a).

El fascículo vestibulocortical proyecta información vestibular desde núcleos vestibulares superior y lateral, mientras que el fascículo cuneiforme y grácil desde los núcleos grácil y cuneiforme por el tracto de la columna dorsal. Ambos fascículos responden a estímulos vestibulares, visuales, sensitivos y propioceptivos (corpúsculos de Paccini, husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, terminaciones encapsuladas y libres) las cuales se proyectan al complejo nuclear ventral y posterior del tálamo y más tarde a la corteza somatosensorial y motora (Barrera, 2015b; de Waele & Tran Ba Huy, 2002a).

El cerebelo, junto con los ganglios basales, no proyectan a los circuitos locales del tronco encefálico y médula espinal para una acción motora, sin embargo, influyen en el movimiento al modificar los patrones de la actividad de neuronas motoras superiores. De forma global, el cerebelo recibe aferencias desde otras regiones encefálicas, llegando a núcleo profundos, que a su vez se proyectan a neuronas motoras superiores en la corteza cerebral y el tronco encefálico. Una de sus funciones principales es la corrección del movimiento ante un "error motor", provocando una retroalimentación y aprendizaje entre la acción motora incorrecta y la real (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

De forma específica el cerebelo tiene tres regiones principales el **cerebrocerebelo**, ocupando la mayor parte el cual se encuentra vinculado a movimientos hábiles, sobre todo la planificación y la ejecución de secuencias espaciales y temporales complejas del movimiento, incluyendo el habla; el **vestibulocerebelo** (porción más antigua) recibe información desde núcleos vestibulares en el tronco encefálico, y se encuentra relacionado con la regulación postural y el equilibrio; y por último el **espinocerebelo** (zona mediana y paramediana de hemisferios), esta región es el único que recibe información del al médula espinal y se encuentra vinculado a movimientos más groseros de extremidades al caminar y la parte central (vérnix) encargada de movimientos de músculos proximales y la regulación de movimientos oculares en respuesta a información aferente vestibular (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

Como ya se ha mencionado, el cerebelo recibe información de otras áreas cerebrales, incluyendo la corteza motora primaria y premotora del lóbulo frontal, las cortezas somatosensitivas primarias y premotora del lóbulo frontal, las cortezas somatosensitivas primaria y secundaria del lóbulo parietal anterior, y las regiones visuales secundarias del lóbulo parietal posterior. Por lo que a través de estímulos visuales y su relación con el cerebelo y áreas de asociación, tienen una participación importante en la coordinación motora con guía visual. (Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., 2019).

Una vez integrada la información en la corteza cerebral provenientes de distintas vías ascendentes, se evocará una respuesta voluntaria para la ejecución y control del movimiento por medio de vías descendentes corticoespinales o vía piramidal y circuito subcortical o vía extrapiramidales. Ambas con un circuito específico e integrado por diferentes estructuras anatómicas y sus trayectos eferentes y aferentes (Afifi A., 2005).

Por ello, la terapia neurohabilitatoria a partir del posicionamiento de los PES y aferencias sensoriales, produce una respuesta voluntaria de conductas motrices normales de lactantes, además de permitir una integración, activación y reorganización cortical para favorecer la función motriz en conductas afectadas (Barrera, 2015a).

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

Los estímulos medioambientales, estímulos sensoriales y motores, favorecerá la plasticidad cerebral y el proceso de reorganización funcional tras una lesión neonatal. Sin embargo, una lesión es compleja y deben entenderse los factores que influyen en el neurodesarrollo, como lo es la variabilidad y los retrasos neurológicos posteriores a una agresión inicial, las características únicas del infante y la complejidad de las secuencias del desarrollo para establecer dominios funcionales. Ante esta situación, se han desarrollado diversos métodos terapéuticos, sin embargo, su evidencia aún es limitada.

1. TERAPIA VISO-AUDITIVA

Gutiérrez (2007), evaluó el desarrollo de la atención selectiva con la Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. Se conformaron en tres grupos: 1) Grupo experimental, lactantes con factores de riesgo y atención deficiente, quienes recibieron un programa de intervención viso-auditivo; 2) Grupo control con estimulación, lactantes con factores de riesgo y con atención normal, a los que se les aplicó un programa de intervención viso-auditivo, 3) Grupo control sin estimulación, lactantes con factores de riesgo y con atención normal, sin embargo, este grupo no concluyó con el programa de habilitación viso-auditivo. En el estudio se realizó un seguimiento mensual del desarrollo de la atención selectiva desde el primer mes hasta los 10 meses de edad corregida (EC). En cuanto a los resultados de atención selectiva visual, en la evaluación inicial hubo lactantes con atención selectiva deficiente en los tres grupos, principalmente en los grupos experimental y control sin estimulación; sin embargo, estadísticamente no hubo diferencia significativa en la atención selectiva visual. A los 6 meses de EC los cambios en la atención fueron pocas y no fue estadísticamente significativa entre grupos. Respecto a la atención auditiva, en los tres grupos existieron lactantes con puntuación deficiente, principalmente en el experimental, aunque no fue significativa, sin embargo, a los 6 meses de EC sí se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p=0.05$), especialmente entre los controles ($p=0.012$). Dado que a los 6 meses de EC no todos los lactantes habían mejorado la calidad de la atención selectiva, se continuó con el programa de evaluación visuo-auditiva y las evaluaciones correspondientes, hasta que los grupos lograron normalizar la atención y respondieran adecuadamente a todos los reactivos. Se describió que el grupo que desarrolló más rápidamente la atención fue el control con estimulación, con un logro de lo de la EEAS en un promedio de 8 meses de EC, mientras que el grupo experimental necesitó más tiempo para lograr el total de los reactivos a los 10 meses de EC en promedio, y por último el grupo sin estimulación, hasta los 6 meses fue mejor que la del grupo experimental, aunque no tan buena como la del control con estimulación con un promedio de edad en que cumplieron los objetivos a los 10 meses. Dichas diferencias fueron estadísticamente significativas

($p=0.013$), principalmente entre los grupos control con estimulación y control sin estimulación ($p=0.002$). En el presente trabajo, de igual forma se aplicó la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva en prematuros con y sin Restricción de Crecimiento Intrauterino, ambos factores de riesgo para desarrollar alteraciones del neurodesarrollo, dónde se tomaron en cuenta los percentiles de Deficiente (<25), Normal (25-75) y Acelerado (>75), para facilitar el diagnóstico y el análisis del desarrollo de la Atención Selectiva del presente trabajo.

En otro estudio de la misma autora (2017), evaluó el efecto de un programa de estimulación temprana en lactantes prematuros diagnosticados con leucomalacia y atención deficiente en dos grupos de prematuros, utilizó como método diagnóstico estudios conductuales y electrofisiológicos, incluida la EEAS entre los 3 y los 8 meses. Se contó con tres grupos: 1) Grupo experimental, el cual recibió tratamiento de atención y tratamiento neurohabilitatorio; 2) Grupo control sin programa de atención; 3) Grupo control sano sin estimulación. De acuerdo con los resultados conductuales y electrofisiológicos, se observó mejoría más rápida de la atención a partir de los 7 meses en el grupo experimental, conformado por prematuro expuesto al programa de estimulación de la atención, en comparación con ambos grupos que no recibieron estimulación, concluyendo que la exposición a un programa de estimulación temprana favorece el desarrollo de procesos de atención visual y auditiva (Gutiérrez, 2017). Ante la terapia de estimulación visuo-auditiva y la aplicación de la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS) en población prematura y con factores de riesgo, dando resultados favorables, de igual forma, se observó el alcance como método diagnóstico y de tratamiento en prematuros con y sin Restricción de Crecimiento Intrauterino, por lo cual fue aplicado en el presente estudio.

Alonso (2018). Evaluó el desarrollo de la atención selectiva en población prematura con Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU) que recibieron un programa de atención viso-auditiva y neurohabilitatorio. Se realizaron fechas de corte a los 2, 4, 6 y 8 meses. Se describió que a lo largo de los primeros meses existe un proceso de desarrollo de la atención, siendo el proceso de la atención visual regulado desde la primera evaluación hasta la última, mientras que, en la atención auditiva, los cambios relevantes se alcanzaron casi hasta al finalizar las pruebas entre el mes 6 y 8. Teniendo en cuenta dichos resultados, se tomaron en cuenta como referencia para observar el desarrollo de la Atención Selectiva en prematuros con y sin RCIU del presente estudio.

2. NEUROHABILITACIÓN

La Neurohabilitación propuesta en Hungría por Ferenc Katona y un grupo multidisciplinario, es un método diagnóstico y de tratamiento enfocado en promover las capacidades psicomotoras y cognitivas por medio del entrenamiento de los patrones elementales sensoriomotores, desencadenados a partir del posicionamiento del lactante (Hinojosa et al., 2020; Porrás-Kattz & Harmony, 2007).

Harmony et al. (2016), publicaron un estudio longitudinal de dos grupos de niños con factores de riesgo prenatal y/o perinatal para desarrollar daño cerebral, un grupo fue tratado con método de “Neurorehabilitación” (n=20), y el segundo grupo no llevó tratamiento por causas particulares y voluntarias (n=13). Ambos grupos contaron con una evaluación clínica pediátrica, resonancia magnética, evaluación neurorehabilitatoria Katona y evaluación de escala de Bayley-III desde el ingreso hasta la edad entre 6 y 8 años. En las primeras evaluaciones no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, ya que ambos fueron diagnosticados con daño cerebral, sin embargo, en la última evaluación, el grupo experimental presentó un mayor número de infantes con un neurodesarrollo normal, en comparación con el grupo prematuro no tratado. En cuanto a los valores de coeficiente intelectual, no se encontró diferencia en ninguno de los grupos con edad gestacional ≥ 34 o ≤ 34 . Por otro lado, en resonancia magnética, no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos en la primera evaluación, aunque en el último estudio el grupo que recibió intervención, de igual forma presentó un mayor número de infantes con una resonancia magnética normal (12/20= 60%) en comparación con el no tratado (4/13= 31%).

Más tarde, en 2017, Harmony T. publicó un artículo con una población de 262 prematuros con diferentes semanas de EG y recién nacidos a término con factores de riesgo prenatal y perinatal de daño cerebral, los cuales recibieron tratamiento neurorehabilitatorio. Se realizó una evaluación clínica pediátrica y neuro pediátrica, se consideró el índice de desarrollo mental y psicomotor con escala infantil de Bayley-II, se obtuvieron los registros de resonancia magnética y resultados de la evaluación de Katona. Se encontró un índice mental e índice de desarrollo psicomotor en las diferentes EG, siendo los prematuros con menor EG quienes presentaran menor puntuación. Sin embargo, se compararon dichos resultados con otros artículos, en donde refieren que, a pesar de los resultados, los porcentajes de desarrollo normal para ambos índices fue mayor en comparación con otros artículos que describen los resultados de los recién nacidos prematuros que no reciben intervención terapéutica (Harmony, 2017).

Hinojosa et al. (2020) realizaron un estudio multimodal longitudinal, evaluando 32 infantes entre los 7 y 16 años para determinar los efectos terapéuticos a largo plazo de la terapia con Katona y la rehabilitación temprana en infantes con daño cerebral perinatal (PBD), los cuales fueron divididos en tres grupos: 1) un grupo sano (n=11); 2) un grupo con PBD que recibió tratamiento de Katona (n=12); y 3) un tercer grupo con PBD sin tratamiento en el primer año de vida por un diagnóstico tardío. Fueron evaluados de acuerdo con el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) y evaluaciones neuro pediátricas; imágenes de resonancia magnética estructural al inicio (en el grupo que recibió tratamiento Katona) y al final, incluyendo el grupo con diagnóstico tardío sin tratamiento neurorehabilitatorio, también se contó con una evaluación de potenciales evocados motores (MEP) para adquirir el parámetro del tiempo de conducción motora central y periférica. De acuerdo con la prueba de rendimiento motor, el grupo con tratamiento temprano de Katona obtuvieron mejor desempeño motor en comparación con los pacientes sin tratamiento temprano, de los

cuales el 75% (12 niños) podían trasladarse sin la ayuda de un dispositivo por lo cual fueron clasificados en niveles I y II, en comparación con el grupo sin tratamiento Katona cuyos resultados fueron anormales, siendo clasificados en nivel III y IV. En cuanto a la resonancia magnética ambos grupos con PBD se clasificaron en el mismo grupo de resonancia magnética al ser población con PBD. Otro dato importante para considerar fueron los MEP, en dónde, la conducción de la velocidad de conducción total y la velocidad del tracto corticoespinal fueron mayores en los pacientes tratados con Katona. Por lo tanto, en dicho estudio se mostraron los beneficios de la terapia de Neurohabilitación a largo plazo y además puede considerarse como un método para prevenir discapacidad motoras graves (Hinojosa et al., 2020).

Garófalo y colaboradores (2019). Evaluaron los resultados del neurodesarrollo de 22 niños a la edad de cinco años o más de dos grupos con daño cerebral perinatal. Un grupo recibió tratamiento neurohabilitatorio Katona (n=11) y el segundo grupo recibió tratamiento de neurorrehabilitación con método Bobath (n=11). Ambos grupos fueron prematuros con edad gestacional entre 25 y 40 semanas y contaron con evaluación neuropedátrica y resonancia magnética al nacimiento y a la edad de tres años o más, fueron evaluados con la escala de Bayley II. En el 95% de la población (n=21) existió una resonancia magnética anormal con daño principalmente en sustancia blanca; en cuanto a la escala de Bayley-II, aplicada entre los 3 y 5 años, no se reportó un Índice de Desarrollo Mental (MDI) e Índice de Desarrollo Psicomotor (PDI) por debajo del valor normal en un paciente que recibió Katona, mientras que en grupo Bobath se reportaron 4 casos con puntuaciones bajas de MDI y PDI. Por lo cual, se encontró una diferencia significativa entre grupos, siendo el grupo Katona el que presentó un mayor desempeño neurológico normal en comparación con el grupo Bobath.

Los artículos anteriores, muestran el impacto de la terapia neurohabilitatoria como método de diagnóstico e intervención temprana y oportuna para disminuir secuelas neurológicas en edades futuras en población con factores de riesgo para desarrollar daño cerebral, siendo la terapia neurohabilitatoria un método que favorece el neurodesarrollo, incluso en población prematuro con RCIU, siendo un factor de riesgo para el desarrollo de secuelas motoras gruesas y finas, u otras alteraciones.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO PROBLEMA

Los avances en neonatología han logrado disminuir la mortalidad de los recién nacidos de alto riesgo como lo son aquellos prematuros por debajo de las 32 semanas de gestación, peso inferior a 1.500 g o aquellos con encefalopatía neonatal. Sin embargo, en aquellos sobrevivientes, existen diversos factores de riesgo prenatales, perinatales y neonatales que conllevan a una serie de alteraciones del neurodesarrollo, como lo es la parálisis cerebral, discapacidad mental, epilepsia, o alteraciones neurosensoriales de menor severidad, como lo son trastorno en la coordinación, déficit de atención-hiperactividad y dificultades en aprendizaje, lenguaje, atención y procesamiento espacial, entre otras (Alarcón Prieto et al., 2020; Herbón et al., 2015; Pallás Alonso et al., 2018) (Pallás Alonso et al., 2018).

Algunos bebés prematuros llegan a desarrollar lesión en materia blanca o gris en regiones específicas del cerebro que tendrán consecuencia en el neurodesarrollo del niño a corto y largo plazo. Se ha reportado que los neonatos con menor semana de gestación al nacer presentan más alteraciones del desarrollo psicomotor (DPM) en comparación con aquellos con mayor semanas de gestación, esto teniendo en cuenta la vulnerabilidad de células neurales, así como la exposición del cerebro inmaduro a factores del ambiente extrauterino mismas que se encuentran relacionadas con complicaciones propias del recién nacido prematuro, entre ellas las hospitalizaciones en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), hipoglucemia, hiperbilirrubinemia, etc., por factores maternos (edad materna, cesáreas o embarazos previos, etc.) o bien el nivel y estado socioeconómico. Cabe mencionar que dichas alteraciones del DPM, se ve reflejado en las capacidades motoras (déficit motor grueso y/o fino) y neurocognitivas-conductuales (problemas de atención, aprendizaje, TDAH, comunicación/lenguaje, socio-individual, etc) (Maitre & Tennessee, 2016; Marín-Méndez et al., 2017; Morales-Luengo et al., 2020; Pereira-Cerro et al., 2020; Schonhaut et al., 2015).

Las secuelas pueden presentarse en la primera infancia siendo estas las más evidentes, sin embargo, existen otras que pueden presentarse de forma más tardía, las cual son detectadas en la etapa escolar. Teniendo en cuenta lo anterior se ha visto la necesidad de continuar con protocolos para la identificación precoz, el seguimiento y la intervención temprana en aquellas alteraciones neuromotoras y del desarrollo cognitivo orientadas en favorecer la evolución de los neonatos con alto riesgo, considerando que el desarrollo neurológico temprano está impulsado por el crecimiento y el medio ambiente, así mismo, se toman en cuenta los factores ambientales nutricionales, socioemocionales y físicos para la evaluación y el tratamiento en la infancia (Herbón et al., 2015; Maitre & Tennessee, 2016; Pallás Alonso et al., 2018).

La intervención terapéutica durante los primeros años e inclusive en los primeros meses son necesarios para lograr cambios positivos en el establecimiento de conexiones funcionales cerebral y en el

desarrollo neurológico. Se ha reportado que la metodología de Neurohabilitación de Katona es efectiva para la reorganización de vías motoras dañadas y para mejora la función de patrones motores y posturales, mientras que un programa de estimulación visuo-auditiva en etapas tempranas, tiene un resultado positivo para favorecer el desarrollo de la atención durante los primeros 8 a 10 meses, ambas metodologías han sido aplicadas en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico (Calipso C., 2007; Maitre & Tennessee, 2016).

JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) en su comunicado con información de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID, 2018), reporta que en México el 2.0% (580 289) de la población entre los 5 a 17 años presenta algún tipo de discapacidad ya sea de tipo sensorial, cognitivo, conductual o motor, de las cuales la principal causa de discapacidad se debe a condiciones al nacimiento (27.2%). En México nacen más de 120 mil prematuros moderados al año, siendo una causa de mortalidad neonatal en un 28.8% y un factor de riesgo de lesión cerebral perinatal. En dicha población, el pronóstico del neurodesarrollo es difícil de establecer y conllevan a diversas complicaciones inmediatas, tempranas y tardías, sin embargo, éstas van a depender de diversos patrones como lo es el tiempo inicial, la duración, la topografía y la gravedad de la lesión (INEGI, 2019, 2020; López-García et al., 2018)

En 2014 el INEGI reportó una mortalidad infantil de 12,58/1,00 nacidos vivos (NV) mientras que en el Instituto Nacional de Perinatología (INPer) la tasa de mortalidad en 2008 correspondió a 19.7/1,000 NV. Siendo la asfixia, síndrome de dificultad respiratoria e infecciones, seguidas de malformaciones congénitas o defectos del nacimiento (cardiopatías, defectos del tubo neural y cromosomopatías), la prematuridad, la estancia prolongada en la UCIN y la sepsis neonatal, las primeras causas de muertes neonatales. Cabe mencionar que en aquellos sobrevivientes con algunos de los factores que conllevan a la mortalidad presentan una alta morbilidad y complicaciones que pueden observarse a lo largo del desarrollo del infante (Carrera Muiños et al., 2016; Quintero et al., 2013).

Existe una alta incidencia de morbilidades postnatales, considerándose inversamente al desarrollo industrial de un país, tan sólo en Reino Unido ocurre en 12 de cada 1,000 nacimientos, mientras que en países en vías de desarrollo la prevalencia puede ser hasta de cuatro veces mayor (Quintero et al., 2013).

Se ha descrito una asociación entre la prematuridad, déficit nutricional, bajo peso y perímetro cefálica (PC) al nacimiento con una deficiencia en los parámetros de crecimiento en etapa postnatal, mismos que se asocian con una alta incidencia de deterioro del neurodesarrollo. Por un lado, Zhang, et al (2020), describió la deficiencia en la motricidad fina, motricidad gruesa y adaptabilidad en los primeros 6 meses de nacimiento en aquellos prematuros, evaluados mediante la escala de desarrollo de Gesell (GDS). Es por ello que se requiere de una intervención temprana y multidisciplinaria para atender las necesidades de cada paciente, con el objetivo de proporcionar una nutrición temprana y brindar los estímulos necesarios con el objetivo de prevenir secuelas del neurodesarrollo y la mejora de las capacidades neurológicas (Chan et al., 2016; Tan & Cooke, 2008; Zhang et al., 2020).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe diferencia entre los parámetros de crecimiento, atención selectiva y motricidad fina entre prematuros con y sin restricción de crecimiento intrauterino tratados con neurohabilitación y terapia de atención durante los primeros 8 meses?

¿Existe correlación entre los parámetros de crecimiento al nacimiento, atención selectiva y motricidad fina en prematuros con y sin restricción de crecimiento intrauterino tratados con neurohabilitación y terapia de atención?

HIÓTESIS

- **H1:** Existe diferencia en cuanto a parámetros de crecimiento, atención selectiva y motricidad fina entre prematuros con y sin RCIU.
- **H2:** Existe correlación entre los parámetros de crecimiento al nacimiento, la atención selectiva y la motricidad fina en prematuros con y sin RCIU.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar las diferencias y correlacionar los parámetros de crecimiento, atención selectiva y consolidación de motricidad fina en prematuros con y sin Restricción de Crecimiento Intrauterino tratados con neurohabilitación y terapia de atención durante los primeros 8 meses de edad corregida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener las diferencias entre la atención selectiva de los 3 a los 8 meses de la EEAS; las semanas de consolidación de hitos motores finos del FEDP, así como las diferencias de peso, talla y perímetro cefálico al nacimiento, al mes 4, 6 y 8 de edad corregida entre prematuros con y sin RCIU.
- Correlacionar los parámetros de crecimiento de peso, talla y perímetro cefálico al nacimiento con las puntuaciones de la atención selectiva visual, auditiva y total de la EEAS de los 3 a los 8 meses, así como, la semana consolidación de hitos motores finos del FEDP entre prematuros con y sin RCIU.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio retrospectivo, longitudinal, descriptivo y correlacional de dos grupos de recién nacidos prematuros, con y sin RCIU, con el objetivo de encontrar diferencias entre ambos grupos en cuanto a parámetros de crecimiento, atención selectiva y consolidación de hitos motores finos. Se recopilaron datos dentro de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIND) “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM. Campus Juriquilla, Querétaro.

2. UNIVERSO DEL TRABAJO Y TIPO DE MUESTREO

Pacientes adscritos al protocolo de investigación “Desarrollo de métodos para el diagnóstico y tratamiento temprano de recién nacidos con factores de riesgo prenatales y perinatales” de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIND) “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Juriquilla, Qro. Se seleccionaron lactantes prematuros con y sin Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU) que contaran con el consentimiento informado de la UIND.

3. TIPO DE MUESTREO

La muestra se tomó por conveniencia para cumplir con los criterios establecidos a continuación.

4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Prematuros con y sin RCIU que contaran con los registros de la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS) de los 3 a los 8 meses de edad corregida.
- Prematuros con y sin RCIU que contaran con registros de índices de crecimiento al nacimiento, 4, 6 y 8 meses de EC.
- Prematuros con y sin RCIU que contaran registro de consolidación de hitos motores finos en el Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP) a lo largo de su desarrollo.
- Prematuros con y sin RCIU que recibieron tratamiento neurohabilitatorio y terapia de atención desde el ingreso al protocolo de atención hasta los 8 meses.

4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Prematuros con y sin RCIU con dos o más evaluaciones sin registro de EEAS del mes 3 al mes 8.
- Prematuros con y sin RCIU sin registro de índices de crecimiento al nacimiento, al mes 4, 6 y 8.
- Prematuros con y sin RCIU sin registro de fecha de consolidación de hitos motores finos de Fijación ocular, prensión rascada, prensión cúbito-palmar y pinza inferior en el FEDP.
- Prematuros con y sin RCIU que interrumpieron su tratamiento de terapia de atención y neurohabilitatoria antes de los 8 meses.

5. ÉTICA DEL ESTUDIO

El presente estudio cumple con los Principios Éticos para la Investigación Médica en Seres Humanos establecida en la Declaración de Helsinki, además de contar con el Consentimiento Informado de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología, Campus Juriquilla, Querétaro (Anexo 5).

6. DISEÑO DE LA MUESTRA

Se realizó una búsqueda de expedientes clínicos físicos y electrónicos de los lactantes que ingresaron al protocolo de la UIND “Dr. Augusto Fernández Guardiola” dentro del período del 2007 al 2019 que hayan cumplido con las evaluaciones del área de nutrición, de la Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) y del Formato de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (FEDP) desde el nacimiento hasta los 8 meses, y que además hayan cumplido con el tratamiento de neurohabilitación y la terapia de atención a lo largo de las mismas fechas.

Para el presente estudio se inició con una búsqueda de expedientes físicos y electrónicos de pacientes con RCIU, la muestra inicial de prematuros con RCIU fue de 39 lactantes, sin embargo, al no cumplir con los criterios de selección, se finalizó con una muestra de 10 prematuros con RCIU, los cuales fueron emparejados de acuerdo al sexo y las semanas de gestación (SDG) con prematuros sin RCIU. Se contó con una muestra total de 20 lactantes, los cuales fueron distribuidos en Grupo 1 (prematuro con RCIU) y Grupo 2 (prematuro sin RCIU), ambos con una n=10 (5 femeninos y 5 masculinos), y con las evaluaciones correspondientes a Nutrición, Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) y el Formato de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (FEDP).

7. MATERIALES

7.1 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS)
- Patrones de Crecimiento Infantil de la Organización Mundial de la Salud
- Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotriz (FEDP)

A) Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS)

Instrumento que permite evaluar el desarrollo de la atención selectiva visual y auditiva durante los primeros 8 meses de edad corregida, así como diagnosticar deficiencias en el desarrollo de la atención visual y auditiva. Integrado por 42 indicadores, siendo 32 visuales y 14 auditivos, calificados del 0 al 2: 0 para ausente; 1 para respuesta deficiente y 2 para respuesta normal. La suma de las puntuaciones da como resultado un percentil determinado de acuerdo al mes correspondiente, y acorde al percentil se clasifica en Deficiente (percentil 10 a 20), Normal (percentil 25 a 70) y Acelerado (percentil 80 en adelante) (Anexo 2 y 3) (Calipso C., 2007).

B) Patrones de Crecimiento Infantil de la Organización Mundial de la Salud. Evaluaciones de parámetros de crecimiento de peso, longitud/talla y perímetro cefálico.

Los patrones de crecimiento infantil de la OMS son un instrumento utilizado para la vigilancia del bienestar y para la detección de alteraciones en el crecimiento de lactantes desde el nacimiento hasta los cinco años. Consiste en patrones internacionales de crecimiento infantil, fáciles de usar y dadas por curvas de crecimiento, dichas son utilizados en salud pública, organizaciones gubernamentales y sanitarias (*Patrones de Crecimiento Infantil de La OMS*, 2006) (WHO, 2006).

Los parámetros de crecimiento son una serie de valores como lo es el peso y la longitud evaluada de acuerdo con la edad y son utilizadas como referencia, con el objetivo de dar a conocer la evolución del crecimiento de acuerdo a un promedio en población infantil. Dichos parámetros son un indicador del estado de salud y bienestar del infante o población, lo que permite dar seguimiento y vigilancia durante el tratamiento (*Patrones de Crecimiento Infantil de La OMS*, 2006) (WHO, 2006).

La OMS brinda un software para evaluar el crecimiento y desarrollo de los infantes, la cual, fue publicada por primera vez en 2006 en conjunto con los primeros estándares de crecimiento de la OMS (peso para la edad, talla para la edad, peso para la edad, IMC para la edad y logro seis hitos motores gruesos) y en 2007 se publicó el segundo conjunto de estándares (perímetro cefálico para la edad perímetro medio del brazo para la edad, pliegues tricípital y subescapular para la edad) (Blossner et al., 2007).

Para el presente trabajo de investigación, fueron evaluados el peso para la edad, longitud/talla para la edad y perímetro cefálico para la edad, al nacimiento, al mes 4, 6 y 8, los cuales posteriormente fueron registrados en Software Anthro v3.2.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con el objetivo de obtener la puntuación Z de dichos parámetros (Anexo 1).

C) Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP)

Instrumento usado para la evaluación para el Desarrollo Psicomotor (DPM), desde el primer mes postnatal y su seguimiento hasta el mes 36 de vida (Bautista, 2017; González, 2017).

Cuenta con un apartado para realizar el registro del lactante (nombre, talla, peso, perímetro cefálico, factores de riesgo, fecha de nacimiento, semanas de gestación, edad corregida y edad cronológica de ingreso al protocolo). Además, cuenta con un apartado para registrar datos clínicos de las evaluaciones iniciales y mensuales del paciente, tomando en cuenta el tono muscular, asimetrías posturales, y signos de alarma, observados durante las evaluaciones de las maniobras de Katona (Verticalización y locomoción), durante los primeros meses. En dicho apartado se registran datos clínicos con una nomenclatura específica para determinar alteraciones del tono muscular, así como asimetrías, entre ellas: (N) Normal; (-) Hipotonía; (+) Hipertonía; (MT (s)) Miembros (s) Torácico (s); (MP(S)) Miembro (s) Pélvico (s); (CL) Contralateral; (D) Derecha; (I) Izquierda; (A) Ausente (Anexo 4.1).

Dicho formato se divide en 5 categorías, siendo la Motricidad Gruesa/Movimientos Posturales, Motricidad Fina, Lenguaje, Cognitivo y Perceptual Social. Cada uno calificado cuantitativamente del 0 al 4, dependiendo del desempeño del infante: 0 (no lo logra); 1 (lo intenta, pero no lo logra); 2 (en desarrollo); 3 (lo logra, pero inhábilmente); 4 (normal), esté último considerado como (hito motor consolidado).

Para fines del presente trabajo se tomaron en cuenta la fecha de consolidación de hitos motor finos, entre ellos: Fijación Ocular (FO), Cúbito-Palmar (CP), Presión Rascado (PR) y Pinza Inferior (PI). Las evaluaciones fueron realizadas por expertos encargados del área de terapia de Neurohabilitación (Anexo 4.2).

8. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

TABLA 5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variables Independientes				
Variable	Definición Conceptual	Tipo de variable	Operacionalización	Fuente de Información.
Restricción de Crecimiento Intrauterino (RCIU)	Dificultad del producto para alcanzar su potencial genético de crecimiento y desarrollo. (Romero, S. 2011).	-Nominal dicotómica	1=Prematuro con RCIU; 2=Prematuro sin RCIU	Expediente pediátrico y base de datos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo.
Prematurez (SDG)	Parto prematuro menor a las 37 semanas completas de gestación o menos de 259 días desde la primera fecha del último período menstrual de una mujer (Vogel J., 2018).	- Ordinal	1=Prematuro Tardío; 2=Muy prematuro; 3=Prematuro extremo	Expediente pediátrico y base de datos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo.
Peso (gr.)	Medida antropométrica más utilizada como referencia del estado nutricio in útero, así como reflejo de la masa corporal total de un individuo (tejido magro, tejido graso y fluidos intra y extracelulares). Indicador para monitorear el crecimiento de los niños (OMS, 2009; IMSS 2012).	-Cuantitativa escalar. - Ordinal.	1=Alto Peso; 2=Peso adecuado; 3=Alerta Bajo Peso; 4=Bajo Peso; 5=Muy Bajo Peso.	Expediente pediátrico y base de datos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo.
Longitud/Talla (cm)	Indicador del tamaño corporal y de la longitud de los huesos. Medida desde la coronilla de la cabeza hasta los talones o planta del pie (IMSS 2012).	-Cuantitativa escalar. - Ordinal.	1=Talla Alta 2=Talla Adecuada 3=Talla Alerta 4=Talla Baja 5=Talla Muy Baja severa	Expediente pediátrico y base de datos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo.
Perímetro Cefálico (cm)	Indicador del desarrollo neurológico a partir la evaluación indirecta de masa cerebral. Medido por cintra métrica colocado en el perímetro máximo de la cabeza, como referencia occipucio y entrecejo (Cárdenas C., 2005).	Cuantitativa escalar.	1=PC Alta 2=PC Adecuada 3=PC Alerta 4=PC Baja 5=PC Muy Baja severa	Expediente pediátrico y base de datos de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo.

Variables Dependientes				
Atención Selectiva	Respuesta ante estímulos ambientales a partir de la selección e integración de información sensorial relevante, y la inhibición de estímulos no relevantes (Tremolada M., 2018).	Cuantitativa escalar Nominal Ordinal	1= Deficiente; 2= Normal; 3= Acelerado.	Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS).
Consolidación de Hitos Motores Finos	La motricidad fina, consiste en movimientos delicados y precisos, realizados con pequeños segmentos, como movimientos finos de manos y dedos (Chávez R. 2003).	Cuantitativa escalar.	Semanas de Gestación	Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP).

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de los expedientes correspondientes a Nutrición, Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS) y la subescala de Motricidad Fina del Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP) fueron capturados en el programa de Microsoft® Excel® 16, posteriormente fueron analizados en el programa estadístico IBM® SPSS Statistics® versión 23 para Windows, una vez realizado el análisis, se prosiguió a realizar las gráficas correspondientes con el programa GraphPad Prism 8.

Se realizaron las medidas de tendencia central (media, mediana, moda, desviación estándar, mínimo y máximo) para describir el comportamiento distribución de los datos, así mismo, se realizó la prueba de Shapiro-Wilks al ser una muestra inferior a 50 sujetos de estudio para observar la distribución de las variables medidas de las muestras y conocer si las variables cumplen con los supuestos de distribución de normalidad, y determinar el tipo de prueba a utilizar para el análisis estadístico. En su caso, existieron variables que mostraron una distribución normal, sin embargo, se optó por utilizar pruebas no paramétricas para el análisis de datos, al no cumplir con todos los supuestos paramétricos. Se aplicaron la prueba U de Mann-Whitney para realizar la diferencia estadística entre dos muestras independientes y la prueba de correlación de Spearman para realizar las correlaciones entre variables. Se contó un nivel de confianza del 95%, siendo considerados estadísticamente significativos aquellos que obtuvieran $p \leq 0.05$.

CAPÍTULO V RESULTADOS

1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS

Se contó con un total de 20 lactantes (n=20), los cuales fueron distribuidos en dos grupos. El primer grupo conformado 10 prematuros con RCIU (n=10) y el segundo grupo conformado por 10 prematuros sin RCIU (n=10). Los grupos fueron pareados de acuerdo al Sexo y Semanas de Gestación (SDG). Ambos grupos presentaron 5 lactantes femeninos y 5 masculinos, además, cada grupo presentó 8 prematuros tardíos y 2 muy prematuros. La descripción por grupo de acuerdo a la semana de gestación, peso al nacimiento y talla al nacimiento se describe en a continuación (Tabla 6).

TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA AL NACIMIENTO

DATOS	GRUPO 1 N=10			GRUPO 2 N=10			
	No.	SDG	Peso (Kg)	Talla (cm)	SDG	Peso (Kg)	Talla (cm)
	1	29	1.35	36	29	1.4	41
	2	32	1.3	32	32	1.45	41
	3	34	1.3	39	34	2.75	41
	4	35	1.65	42	35	2.2	47
	5	35	2.25	46	35	1.8	40
	6	35	1.81	44	35	3.95	50
	7	36	1.82	43	36	1.76	43
	8	37	2.225	47	37	2.89	47
	9	37	2.9	45	37	2.7	48.5
	10	37	2.6	48	37	2.43	47
MEDIANA		35	1,815	43.5	35	2,315	45
MÁXIMA		37	2,900	48	37	1,950	50
MÍNIMA		29	1,300	32	29	1,400	40
RANGO		8	1,600	16	8	5,50	10

NOTA: RCIU=Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1=Prematuros con RCIU; Grupo 2=Prematuro sin RCIU; SDG=Semana de Gestación; kg=kilogramos; cm=centímetros

De acuerdo a la Puntuación Z y la clasificación de peso para la edad (P/E) y longitud para la edad (L/E) de la UNICEF, al nacimiento se presentaron 6 lactantes de muy bajo peso en el grupo con RCIU y 4 en el grupo prematuro sin RCIU; al mes 4 de edad corregida (ED), en el grupo de RCIU, 2 lactantes fueron de bajo peso y 8 con alerta de bajo peso, a diferencia del grupo sin RCIU de los cuales sólo 1 fue bajo peso y los 9 restantes con alerta de bajo peso; al mes 6 de EC, en el grupo con RCIU 9 permanecieron con alerta de bajo peso, mientras que 1 permaneció en la clasificación de bajo peso, sin embargo en el grupo sin RCIU, los 10 permanecieron en alerta de bajo peso; al finalizar al mes 8 de EC los 10 niños de RCIU presentaron alerta de bajo peso, mientras que en el grupo sin RCIU 9 fueron de alerta para bajo peso y uno presentó bajo peso (Tabla 7).

TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE PESO PARA LA EDAD EN PUNTUACIÓN Z.

CLASIFICACIÓN DE PESO PARA LA EDAD (PZ)										
MES DE EVALUACIÓN	PREMATURO CON RCIU N=10					PREMATURO SIN RCIU N=10				
	ALTO PESO	PESO ADECUADO	ALERTA BAJO PESO	BAJO PESO	MUY BAJO PESO	ALTO PESO	PESO ADECUADO	ALERTA BAJO PESO	BAJO PESO	MUY BAJO PESO
	NACIMIENTO	0	0	2	2	6	0	0	5	1
4	0	0	8	2	0	0	0	9	1	0
6	0	0	9	1	0	0	0	10	0	0
8	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0

NOTA: PZ=Puntuación Z; N=Nacimiento; RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino.

En cuanto a los parámetros de L/E se observó una tendencia similar. Al nacimiento, el grupo con RCIU presentó 6 lactantes con talla muy baja, 1 con talla baja y 2 con alerta de talla baja, de igual forma en el grupo sin RCIU existieron 6 lactantes de talla muy baja y 4 con alerta de talla baja, sin embargo, se logró observar una tendencia en las demás fechas de corte ya que en el grupo sin RCIU, los 10 lactantes permanecieron con alerta de talla baja de los 4 a los 8 meses de EC, mientras que en el grupo con RCIU a lo largo de las fechas de cortes se encontraron dispersos, al mes 4 de EC, 1 lactante permaneció en talla muy baja, 2 en talla baja y sólo 7 en alerta de talla; al mes 6 de EC, dos fueron de talla baja y 8 en alerta de talla baja y por último, al mes 8 de EC, 3 lactantes fueron de talla baja y 7 con alerta de talla baja (Tabla 8).

TABLA 8. CLASIFICACIÓN TALLA PARA LA EDAD EN PUNTUACIÓN Z

CLASIFICACIÓN TALLA PARA LA EDAD (PZ)										
MES DE EVALUACIÓN	PREMATURO CON RCIU					PREMATURO SIN RCIU				
	TALLA ALTA	TALLA ADECUADA	TALLA ALERTA	TALLA BAJA	TALLA MUY BAJA	TALLA ALTA	TALLA ADECUADA	TALLA ALERTA	TALLA BAJA	TALLA MUY BAJA
NACIMIENTO	0	0	3	1	6	0	0	4	0	6
4	0	0	7	2	1	0	0	10	0	0
6	0	0	8	2	0	0	0	10	0	0
8	0	0	7	3	0	0	0	10	0	0

NOTA: PZ=Puntuación Z; N=Nacimiento; RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino.

De acuerdo con el indicador de Perímetro Cefálico para la Edad (PC/E) el grupo prematuro con RCIU en el mes 4 de EC 3 prematuros presentaron una PZ de perímetro cefálico de alerta y los 7 restantes fueron clasificados con PZ adecuado; en el mes 6 de EC, 1 prematuro fue clasificado con PC bajo, 1 con PC de alerta y 8 con PC adecuado; al mes 8 de EC, 1 presentó PC bajo, 8 PC de alerta y 6 PC adecuado. En los prematuros sin RCIU en el mes 4 y 6 de EC, 1 prematuro presentó un PC de alerta y los 9 restantes con PC adecuado, Sin embargo, al mes 8 de EC, 1 presentó PC bajo y los 9 restantes PC adecuada (Tabla 9).

TABLA 9. CLASIFICACIÓN PERÍMETRO CEFÁLICO PARA LA EDAD EN PUNTUACIÓN Z

CLASIFICACIÓN PERÍMETRO CEFÁLICO PARA LA EDAD (PZ)										
MES DE EVALUACIÓN	PREMATURO CON RCIU					PREMATURO SIN RCIU				
	TALLA ALTA	PC ADECUADA	PC ALERTA	PC BAJA	PC MUY BAJA	PC ALTA	PC ADECUADA	PC ALERTA	PC BAJA	PC MUY BAJA
4	0	7	3	0	0	0	9	1	0	0
6	0	8	1	1	0	0	9	1	0	0
8	0	6	3	1	0	0	9	0	1	0

NOTA: PZ=Puntuación Z; PC=Perímetro Cefálico; RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino.

2. DIFERENCIA ESTADÍSTICA

2.1 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

Los prematuros con RCIU (Grupo 1), presentaron parámetros de crecimiento de peso, talla y perímetro cefálico menores al nacimiento, mes 4, mes 6 y mes 8, solo se encontró una diferencia significativa entre grupos en la talla al mes 4 ($p=0.023$), siendo el grupo de prematuros con RCIU el que obtuviera menor índices de crecimiento (Tablas 10, 11 y 12).

TABLA 10. PESO AL NACIMIENTO, MES 4, MES 6 Y MES 8.

PESO											
MES DE EVALUACIÓN	GRUPO 1 N=10				GRUPO 2 N=10				U-Mann Whitney		
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE
NACIMIENTO	1.81	1.3	2.9	1.6	2.315	1.4	3.95	2.55	0.257	-1.134	.258-.280
MES 4	5.75	5	7.35	2.2	6.15	5.4	7.35	1.95	0.104	-1.627	.102-.118
MES 6	6.67	5.3	7.9	2.6	7.005	6.2	7.84	1.64	0.273	-1.097	.276-.299
MES 8	7.42	6.45	8.4	1.95	7.825	6.85	8.85	2	0.212	-1.248	.214-.236

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

TABLA 11. TALLA AL NACIMIENTO, MES 4, MES 6 Y MES 8.

TALLA											
MES DE EVALUACIÓN	GRUPO 1 N=10				GRUPO 2 N=10				U-Mann Whitney		
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE
NACIMIENTO	43.5	32	48	16	45	40	50	10	0.362	-0.912	.365-.390
MES 4	60.5	56	67	11	62.2	60	65	5	*0.023	-2.282	.017-.025
MES 6	64.5	59	70	11	65.7	62.5	70	7.5	0.304	-1.027	.302-.326
MES 8	67.5	63	70.5	7.5	69	64.5	73	8.5	0.149	-1.44	.149- 0.168

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

TABLA 12. PERÍMETRO CEFÁLICO AL MES 4, MES 6 Y MES 8.

PERÍMETRO CEFÁLICO											
MES DE EVALUACIÓN	GRUPO 1 N=10				GRUPO 2 N=10				U-Mann Whitney		
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE
MES 4	40	38.5	42	3.5	40.6	39.5	41.1	1.6	0.446	-0.762	.455-.481
MES 6	42.05	39	44.3	5.3	42.2	41	43	2	0.544	-0.607	.550-.576
MES 8	43.65	41.5	45.5	4	43.5	42	44.4	2.4	0.939	-0.076	.949-.959

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

2.2 EVALUACIÓN DE ATENCIÓN SELECTIVA

La Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS), evalúa la atención selectiva visual, auditiva y total (visual y auditivo). Una puntuación por debajo del percentil 25 se considera una atención Deficiente, si se ubica por encima del percentil 75 se considera una atención Acelerada, mientras que una puntuación entre los percentiles 25 y 75 corresponden a un desarrollo Normal. En el presente análisis se observó una deficiencia de atención total en ambos grupos al mes 3 (Tabla 13) y una deficiencia en la atención auditiva al mes 4 en el grupo prematuro sin RCIU (Grupo 2) tabla (Tabla 12). De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, lo cual sugiere que el desarrollo visual, auditivo y total del mes 3 al mes 8 es similar entre ambos grupos (Tablas 13, 14 y 15) (Figura 1).

TABLA 13. PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL DEL MES 3 AL MES 8.

PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL											
EVALUACIÓN POR MES	PREMATURO CON RCIU (n=10)				PREMATUROS SIN RCIU=10 (n=10)				U de Mann-Whitney		
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE
MES 3	30	10	90	90	35	10	70	60	0.561	-0.581	.562-.588
MES 4	40	10	75	65	40	10	50	40	0.467	-0.728	.482-.507
MES 5	60	20	70	50	50	25	70	45	0.511	-0.658	.505.531
MES 6	50	30	70	40	40	25	70	45	0.379	-0.88	.375-.400
MES 7	40	20	75	55	50	20	60	40	0.618	-0.499	.643-.667
MES 8	40	25	80	55	45	30	75	45	0.968	-0.04	1.00-1.00

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

TABLA 14. PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA AUDITIVA DEL MES 3 AL MES 8.

PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA AUDITIVA												
EVALUACIÓN POR MES	PREMATURO CON RCIU=10 (n=10)				PREMATUROS SIN RCIU=10 (n=10)				U de Mann-Whitney			
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE	
MES 3	30	10	90	80	20	10	70	60	0.17	-1.371	.181-.201	
MES 4	25	10	70	60	20	10	50	40	0.202	-1.275	.215-.236	
MES 5	60	20	70	50	50	25	70	45	0.615	-0.503	.619-.644	
MES 6	50	30	70	40	40	25	70	45	0.541	-0.611	.566-.591	
MES 7	50	10	75	65	40	25	60	35	0.907	-0.117	.933-.945	
MES 8	60	25	100	75	60	40	60	20	0.232	-1.196	.274-.298	

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

TABLA 15. PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA TOTAL DEL MES 3 AL MES 8.

PERCENTIL ATENCIÓN SELECTIVA TOTA												
EVALUACIÓN POR MES	PREMATURO CON RCIU=10 (n=10)				PREMATUROS SIN RCIU=10 (n=10)				U de Mann-Whitney			
	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	MEDIANA	MÍNIMA	MÁXIMA	RANGO	p	Z	IE	
MES 3	20	10	90	80	20	10	75	65	0.735	-0.338	.761-.783	
MES 4	40	10	70	60	27.5	10	50	40	0.42	-0.807	.419-.44	
MES 5	40	30	70	40	40	20	70	50	0.753	-0.314	.784-.805	
MES 6	50	25	70	45	40	20	50	30	0.505	-0.667	.523-.549	
MES 7	40	20	75	55	55	20	60	40	0.512	-0.655	.526-.552	
MES 8	50	25	100	75	45	30	70	40	0.878	-0.153	.887-.902	

NOTA: RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

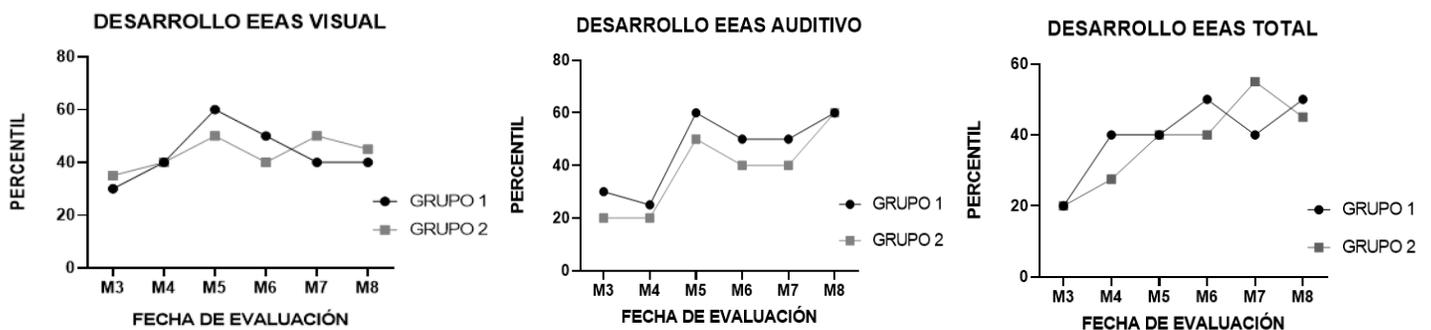


FIGURA 1. Desarrollo de la Atención Selectiva Visual, Auditiva y Total. Grupo 1=Prematuros con RCIU; Grupo 2=Prematuro sin RCIU; M=mes.

2.3 CONSOLIDACIÓN DE HITOS MOTORES FINOS

Ambos grupos presentaron un retraso en la consolidación de hitos motores finos de Fijación Ocular (FO), Cubito-Palmar (CP), Presión Rascad (PR) y Pinza Inferior (PI). Sólo se observó una diferencia significativa en la consolidación de la Pinza Inferior ($p=0.041$), siendo el grupo prematuro con RCIU (Grupo 1), el que tardó más en consolidar dicho hito (Tabla 16) (Figura 2).

TABLA 16. MOTRICIDAD FINA

CONSOLIDACIÓN HITOS MOTORES FINOS (SEMANAS)												
HITOS MOTORES FINOS	CONSOLIDACIÓN NORMAL	GRUPO 1 (n=10)				GRUPO 2 (n=10)				U de Mann-Whitney		
		MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	RANG O	p	z	IE
FO	8 a 16	21	17	25	8	18	16	26	10	0.407	-0.829	.416-.441
CP	16 a 20	26	21	30	9	30	18	40	22	0.484	-0.7	.485-.511
PR	20 a 24	29	21	38	17	30	25	39	14	0.344	-0.946	.351-.375
PI	28 a 44	49.5	42	78	36	44	39	52	13	0.041	-2.04	.031-.041

NOTA: FO=Fijación Ocular; CP= Cúbito-Palmar; PR=Presión Rascado; PI= Pinza Inferior; RCIU= Restricción de Crecimiento Intrauterino; Grupo 1= Prematuros con RCIU; Grupo 2= Prematuros sin RCIU; P=significancia; Z=Desviación; IE= Intervalo de confianza.

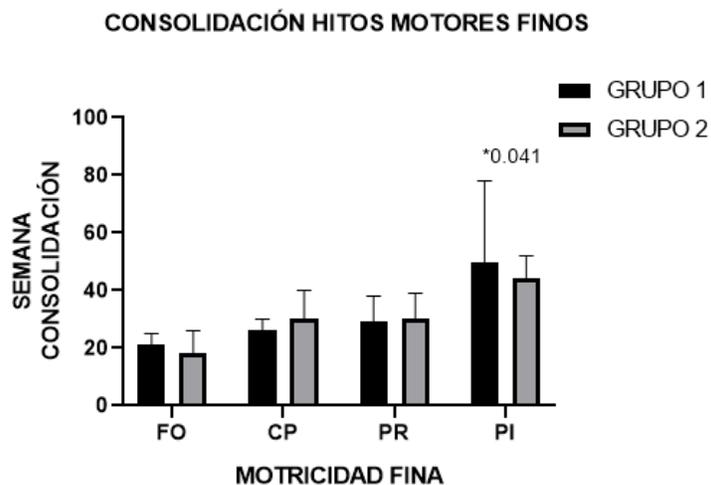


FIGURA 2. FO=Fijación Ocular; CP=Presión Cúbito-Palmar; PR=Presión Rascado; PI=Pinza Inferior; *Diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

3. CORRELACIONES

- 3.1 No se encontraron correlaciones significativas entre parámetros de crecimiento al nacimiento y puntuación en atención selectiva.
- 3.2 No se encontraron correlaciones significativas entre parámetros de crecimiento al nacimiento y la consolidación de hitos motores finos.
- 3.3 Se encontró una correlación positiva entre la atención selectiva visual al mes 3 (EEAS V3M) y la Fijación Ocular (FO) ($r=0.531$; $p=0.023$), la cual se considera una correlación moderada a fuerte ($r=0,51-0,75$) (Figura 3).
- 3.4 No se encontraron otras correlaciones significativas entre puntuación de atención selectiva y la consolidación de hitos motores finos.

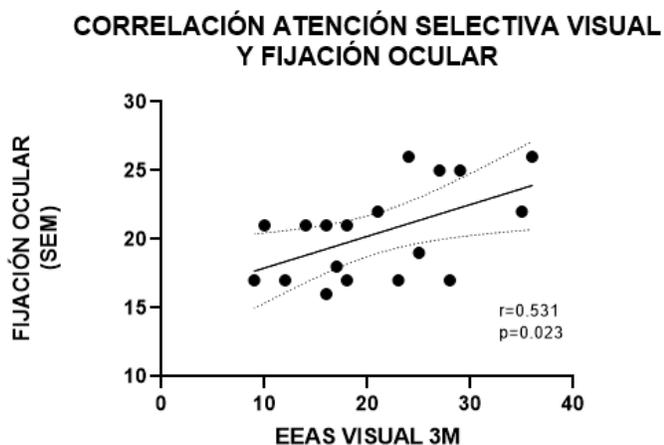


FIGURA 3. SEM=Semana de Consolidación; EEAS=Escala de Evaluación de Atención Selectiva Visual; 3M=Mes 3; r=rho de Spearman; *p=Diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

Candel J., et al y Morsing et al., describieron una diferencia significativa en cuanto al peso y perímetro cefálico al nacimiento entre prematuros con y sin RCIU, siendo el grupo prematuro con RCIU el más afectado, en el presente trabajo de investigación, se observó un menor peso al nacimiento en el grupo con RCIU, sin embargo, no fue significativo (Candel Pau et al., 2016; Morsing et al., 2018).

García A., et al. (2004) Describieron el impacto del perímetro cefálico (PC) y el peso corporal con menores volúmenes globales de sustancia gris y sustancia blanca. A pesar de estos datos, la relación entre el PC y el neurodesarrollo no es fácil estudiar, puesto que existen diversos factores más allá del PC que afecta el neurodesarrollo como los trastornos funcionales y cognitivos, que están más relacionadas con la etiología y patología subyacente que con el PC (García-Alix Pérez et al., 2004). Así mismo, ambos parámetros (peso y perímetro cefálico) al nacimiento, se ha relacionado con un incremento del coeficiente intelectual, por otra parte, el enlentecimiento de la circunferencia cefálica entre el nacimiento y el segundo año de vida, se encuentra relacionado con una disminución en el desempeño de las tareas de integración visomotora (Webb S.J., Shell A.R., Cuomo J., Jensen G., 2012). En el presente trabajo, no se encontró una correlación entre los parámetros al nacimiento, al mes 4, 6 y 8 con el desarrollo de la atención selectiva visual o auditiva de los 3 a los 8 meses evaluados, además, se observó un desarrollo de la atención visual y auditiva normal dentro del mismo período, sin encontrar una diferencia significativa entre grupos, por lo tanto, en el presente trabajo no se pueden confirmar dichos resultados expuestos por García A., et al (2004) y Webb S. et al (2011) al ser una muestra pequeña.

Ross-Sheehy et al. (2017), describió una diferencia en cuanto a comportamientos visuales simples, orientación y la capacidad de atención selectiva con la escala IOWA (Infant Orienting With Attention) entre lactantes prematuros y término, evaluadas precisamente el tiempo de reacción, precisión por edad y la atención espacial a los 5 y 10 meses. Cabe mencionar que en el estudio realizado por Ross-Sheehy, et al., no hubo una intervención terapéutica, sólo se realizaron estudios en las respectivas fecha de corte, lo cual no sucedió en el presente trabajo en donde además de realizarse las evaluaciones correspondientes, ambas poblaciones prematuras recibieron intervención terapéutica, tanto de terapia de atención, así como terapia neurohabilitatoria, lo cual sugiere que ambas tuvieron un impacto positivo en el desarrollo de la atención selectiva, a pesar de los factores de riesgo que ambos grupos presentaron un desarrollo de la atención visual, auditiva y total normal a pesar de existir una deficiencia de atención entre los 3 y 4 meses.

Gatties et al., Brachfled et al., Landry et al., Sun et al., Downes et al. han reportado diferencias entre grupos prematuros y término, entre ellos una diferencia en el comportamiento y respuesta ante los estímulos, ya que prematuros miran por más tiempo un estímulo visual y además son más lentos para cambiar la atención hacia un nuevo objeto visual, por otro, el rendimiento de los bebés prematuros fue inferior a bebés término en edad escolar, en las tareas ejecutivas como la memoria de trabajo, inhibición de la distracción y planificación. Algunos autores reportan que las deficiencias se normalizan entre los 10 y 12 meses, sin embargo, Downes M. y colaboradores, describen lo contrario, reportando que los bebés prematuros tenían una velocidad de procesamiento más lenta para cambiar la atención y, además, dedicaban menos tiempo en atender o fijar el objetivo, las cuales continuaron hasta la etapa escolar, e incluso se relacionaron con problemas de aprendizaje, atención y cognitivas en un futuro. Es importante mencionar que la Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS), el cual fue la herramienta de evaluación del presente trabajo, no toma en cuenta dichos periodos de latencia o la inhibición ante estímulos, por lo cual, no se pueden comparar con los resultados reportados en estudios antes reportados, sin embargo, da la apertura de que en próximos trabajos de investigación puedan complementarse los resultados de la EEAS con otras escalas de evaluación de la atención.

Rocha P., et al. 2020. y colaboradores evaluaron el desarrollo de habilidades motoras gruesas y finas en bebés dentro del rango de edad de 13 a 30 meses con la escala Bayley. En dicho estudio, se reportó que el grupo pretérmino con RCIU tenía mayor riesgo de ser clasificado como emergentes de riesgo en la subescala de motricidad fina y gruesa, incluyendo un mayor riesgo de retraso en la adquisición de habilidades motoras finas y gruesas en comparación con grupos términos sin RCIU y prematuros sin RCIU, aunque no fueron diferencias significativas en la subescala de motricidad. Por otro lado, Rocha P. et al. 2020, describe que casos leves de población prematura con o sin RCIU, no presentan diferencias en cuanto al desarrollo de habilidades motoras y que las deficiencias en parámetros de desarrollo son menores entre bebés que se encuentran cerca de las 37 SDG (Rocha et al., 2020). Cabe mencionar que, en el presente trabajo de investigación, se observó un retraso en la consolidación de hitos motores finos en ambos grupos, entre ellos la Fijación Ocular (FO), Cúbito-Palmar (CP), Presión Rascado (PR) y la Pinza Inferior (PI), existiendo sólo una diferencia significativa en la PI, siendo el grupo con RCIU (Grupo 1) el que tardara más en consolidarlo.

Una limitación del presente trabajo de investigación se debió al ser una muestra reducida de 20 prematuros, los cuales fueron distribuidos entre ambos grupos prematuros con y sin RCIU, además, el 80% fueron clasificados como prematuros tardíos, mientras que sólo el 20% fueron muy prematuros. Por tal motivo, se sugiere en próximas investigaciones pueda contarse con una mayor muestra, y de igual forma pueda realizarse un estudio más exacto teniendo en consideración el grado de prematurez. Así mismo, contar con un diagnóstico más certero del grado de RCIU, para así conocer las implicaciones de la severidad de la RCIU y el neurodesarrollo del neonato.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIÓN

Los prematuros con RCIU presentaron parámetros de crecimiento menores al nacimiento y los meses siguientes. Por otro lado, se observó que, a pesar de la prematurez y la condición propia de la RCIU, ambos grupos presentaron un desarrollo de la atención selectiva visual, auditiva y total normal a lo largo de los primeros meses de acuerdo con Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS), ya que no existieron diferencia entre grupos en las fechas cortes de evaluación.

De acuerdo con la consolidación de hitos motores finos del Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor, ambos grupos presentaron un retraso en la consolidación del hito motor de Fijación Ocular, Prensión Rascado, Prensión Cúbito-Palmar, y Pinza Inferior, existiendo una diferencia significativa entre ambos grupos en la consolidación de la Pinza Inferior, siendo los prematuros con RCIU, el que tardará más en adquirirlo.

Lo anterior propone que la estimulación viso-auditiva y la terapia neurohabilitatoria durante los primeros 8 meses, acompañados de un seguimiento nutricional, favorecieron el neurodesarrollo de ambos grupos, presentando diferencias menores aún a pesar de lo referido en la literatura, además, los prematuros con RCIU demostraron un desarrollo similar al de prematuros sin RCIU, siendo dicha condición un factor de riesgo para un peor desempeño en el neurodesarrollo, tal como se ha mencionado en la literatura.

REFERENCIAS

- Acevedo S., Martínez N., Gallardo J., Velázquez B., Camarena D., Copado D., R. J. (2018). Efectos de los esteroides como inductores de maduración pulmonar en restricción de crecimiento intrauterino. Revisión sistemática. *Perinatología y Reproducción Humana*, 32(3), 118–126. <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0187533718300864>.
- Afifi A., B. R. (2005). *NEUROANATOMÍA FUNCIONAL* (Segunda ed). Mc Graww-Hill Interamericana.
- Alarcón Prieto, M. F., Gallo García, D. F., & Rincón Lozada, C. F. (2020). Riesgos prenatales, perinatales y neonatales asociados a signos neurológicos blandos. *Revista Cubana de Pediatría*, 92(1), 1–21.
- Armengaud, J. B., Zydorczyk, C., Siddeek, B., Peyter, A. C., & Simeoni, U. (2021). Intrauterine growth restriction: Clinical consequences on health and disease at adulthood. *Reproductive Toxicology*, 99(July 2020), 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.10.005>.
- Atkinson, J., & Braddick, O. (2007). Visual and visuocognitive development in children born very prematurely. *Progress in Brain Research*, 164(07), 123–149. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)64007-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)64007-2).
- Barrera Resendiz, J. (2015). *Terapia Neurorehabilitatoria*. (Primera edición). Unidad de Investigación en Neurodesarrollo. Instituto de Neurobiología. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Bautista, G. (2017). *Normalización y correlación de las categorías de motricidad gruesa y lenguaje del formato de evaluación del desarrollo psicomotriz*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Blossner, M., Siyam, A., Borghi, E., Onis de, M., Onyango, A., & Yang, H. (2007). *Manual WHO Anthro para computadoras personales*. http://www.who.int/childgrowth/software/manual_anthro_para_pc.pdf
- Boussard, C., & Dommergues, M.-A. (2019). Diagnóstico de retraso del crecimiento en la infancia temprana. *EMC - Pediatría*, 54(3), 1–12. [https://doi.org/10.1016/s1245-1789\(19\)42589-4](https://doi.org/10.1016/s1245-1789(19)42589-4).
- Calipso C., Harmony T. (2007). *Evaluación conductual y habilitación de la atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral*. Tesis de Maestría. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Candel Pau, J., Perapoch López, J., Castillo Salinas, F., Sánchez Garcia, O., Pérez Hoyos, S., & Llubra Olivé, E. (2016). Neurodevelopment in preterm infants with and without placenta-related intrauterine growth restriction and its relation to perinatal and postnatal factors. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, 29(14), 2268–2274. <https://doi.org/10.3109/14767058.2015.1081893>.

- Capilla González, A., & Pérez Hernández, E. (2008). Desarrollo cerebral y cognitivo. *Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos*. Elsevier Masson. Barcelona, España, S.L. <https://doi.org/10.1016/b978-84-458-1776-6.50021-6>.
- Carrera Muiños, S., Hernández Sarmiento, M., Fernández Carrocera, L. A., Cordero González, G., Corral Kassian, E., Barrera Martínez, P. I., & Yllescas Medrano, E. (2016). Mortalidad neonatal en una institución de tercer nivel de atención. *Perinatología y Reproducción Humana*, 30(3), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.rprh.2016.11.005>.
- Cartwright, R. D., Crowther, C. A., Anderson, P. J., Harding, J. E., Doyle, L. W., & McKinlay, C. J. D. (2019). Association of Fetal Growth Restriction With Neurocognitive Function After Repeated Antenatal Betamethasone Treatment vs Placebo: Secondary Analysis of the ACTORDS Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, 2(2), e187636. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.7636>.
- Castro-Delgado, Ó. E., Salas-Delgado, Í., Acosta-Argoty, F. A., Delgado-Noguera, M., & Calvache, J. A. (2016). Muy bajo y extremo bajo peso al nacer. *Pediatría*, 49(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.rcpe.2016.02.002>.
- Chakraborty, R., Vijay Kumar, M. J., & Clement, J. P. (2021). Critical aspects of neurodevelopment. *Neurobiology of Learning and Memory*, 180(2021), 107–415. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2021.107415>.
- Chan, S. H. T., Johnson, M. J., Leaf, A. A., & Vollmer, B. (2016). Nutrition and neurodevelopmental outcomes in preterm infants: A systematic review. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 105(6), 587–599. <https://doi.org/10.1111/apa.13344>.
- Coviello, C., Keunen, K., Kersbergen, K. J., Groenendaal, F., Leemans, A., Peels, B., Isgum, I., Viergever, M. A., De Vries, L. S., Buonocore, G., Carnielli, V. P., & Benders, M. J. N. L. (2018). Effects of early nutrition and growth on brain volumes, white matter microstructure, and neurodevelopmental outcome in preterm newborns. *Pediatric Research*, 83(1), 102–110. <https://doi.org/10.1038/pr.2017.227>.
- Coviello, C., Keunen, K., Kersbergen, K. J., Groenendaal, F., Leemans, A., Peels, B., Isgum, I., Viergever, M. A., De Vries, L. S., Buonocore, G., Carnielli, V. P., & Benders, M. J. N. L. (2018b). Effects of early nutrition and growth on brain volumes, white matter microstructure, and neurodevelopmental outcome in preterm newborns. *Pediatric Research*, 83(1), 102–110. <https://doi.org/10.1038/pr.2017.227>.
- Damhuis S., G. W. & G. S. (2021). Abnormal Fetal Growth. Small for Gestational Age, Fetal Growth Restriction, Large for Gestational Age: Definitions and Epidemiology. *Obstetrics and Gynecology. Clinics of North America*, 48(2), 267–279. <https://doi.org/10.1016/j.ogc.2021.02.002>.

- De Waele, C., & Tran Ba Huy, P. (2002a). Anatomía de las vías vestibulares centrales. *EMC - Otorrinolaringología*, 31(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/s1632-3475\(02\)71988-7](https://doi.org/10.1016/s1632-3475(02)71988-7).
- de Waele, C., & Tran Ba Huy, P. (2002b). Anatomía de las vías vestibulares centrales. *EMC - Otorrinolaringología*, 31(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S1632-3475\(02\)71988-7](https://doi.org/10.1016/S1632-3475(02)71988-7).
- Domínguez Vigo, P., Álvarez Silvares, E., Alves Pérez, M. T., Vázquez Rodríguez, M., & Pérez Adán, M. (2016). Retraso de crecimiento intrauterino severo: ¿es posible su cribado en el primer trimestre de gestación? *Clinica e Investigacion En Ginecologia y Obstetricia*, 43(4), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.gine.2015.05.004>.
- Durá-Travé, T., San Martín-García, I., Gallinas-Victoriano, F., Chueca Guindulain, M. J., & Berrade-Zubiri, S. (2020). Catch-up growth and associated factors in very low birth weight infants. *Anales de Pediatría*, xx, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.06.017>.
- Eduardo Sepúlveda, S., Fátima Crispi, B., Andrés Pons, G., & Eduard Gratacos, S. (2014). Restricción de crecimiento intrauterino. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(6), 958–963. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70644-3](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70644-3).
- Electr, M., Clara, D. D. E. V., Limas, Y., Hern, D., Mu, S., Ca, O., Gonz, G., Turi, S., & Clara, V. (2018). *UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE VILLA CLARA. Indicadores antropométricos complementarios para la detección temprana*. 22(3), 238–248.
- Espinosa J, Arroyo O, Martín P, Ruiz D, M. J. (2010). Desarrollo Manipulativo. In *Guía Esencial de Rehabilitación* (1a edición). pp. 27–36. Editorial Médica Panamericana.
- Fisher, A. V. (2019). Selective sustained attention: a developmental foundation for cognition. *Current Opinion in Psychology*, 29, 248–253. <https://doi.org/10.1016/j.copsy.2019.06.002>.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2013). Evaluación del crecimiento de niños y niñas. In *Argentina*. <http://unesdoc.unesco.org/>.
- Fotos, J., Olson, R., & Kanekar, S. (2011). Embryology of the brain and molecular genetics of central nervous system malformation. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 32(3), 159–166. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2011.02.011>.
- Garamendi, F. M., Larrondo, J., & Jiménez, M. D. (2008). Hemorragia de matriz germinal en recién nacido pretérmino y traumatismo craneal en el periparto. A propósito de un caso de autopsia judicial por presunta mala praxis médica. *Revista Española de Medicina Legal*, 34(1), 43–46. [https://doi.org/10.1016/S0377-4732\(08\)70025-7](https://doi.org/10.1016/S0377-4732(08)70025-7).

- García-Alix Pérez, A., Sáenz-de Pipaón Marcos, M., Martínez Biarge, M., Salas Hernández, S., & Quero Jiménez, J. (2004). Utilidad del perímetro cefálico en el neonato para anticipar problemas en el neurodesarrollo. *Revista de Neurología*, 39(06), 548. <https://doi.org/10.33588/rn.3906.2004074>.
- García A., Quero J. (2012). *Evaluación neurológica del recién nacido* (1ra ed.) pp.696-717. Días de Santos.
- Gattis, M., Winstanley, A., Sperotto, R., Putnick, D. L., & Bornstein, M. H. (2020). Foundations of attention sharing: Orienting and responding to attention in term and preterm 5-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, 61(July), 101466. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101466>.
- Gesell, Arnold, C. A. (1985). *Diagnóstico del Desarrollo Normal y Anormal del niño. Evaluación y manejo del Desarrollo Neuropsicológico Normal y Anormal del niño pequeño y el preescolar*. (1era ed., p. 543). Paidós.
- González, D. (2017). *Normalización y correlación de las categorías de motricidad fina y cognoscitivo del formato de evaluación de desarrollo psicomotriz*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gutiérrez, C. (2017). *Estudio electrofisiológico y conductual de la atención en prematuros diagnosticados con leucomalacia periventricular*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hadders-Algra, M. (2018). Early human motor development: From variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 90(January), 411–427. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.05.009>.
- Harmony, T. (2017). Outcome of Infants at Risk of Brain Damage after Katona Neurohabilitation Therapy. *International Journal of Neurorehabilitation*, 04(04). <https://doi.org/10.4172/2376-0281.1000277>.
- Harmony, T., Barrera-Reséndiz, J., Juárez-Colín, M. E., Carrillo-Prado, C., del Consuelo Pedraza-Aguilar, M., Asprón Ramírez, A., Hinojosa-Rodríguez, M., Fernández, T., & Ricardo-Garcell, J. (2016). Longitudinal study of children with perinatal brain damage in whom early neurohabilitation was applied: Preliminary report. *Neuroscience Letters*, 611, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.11.013>.
- Herbón, F., Garibotti, G., & Moguilevsky, J. (2015). Predicción temprana del resultado neurológico a los 12 meses en neonatos de riesgo en Bariloche. *Anales de Pediatría*, 83(2), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2014.10.009>.
- Hinojosa-Rodríguez, M., Harmony, T., Carrillo-Prado, C., Van Horn, J. D., Irimia, A., Torgerson, C., & Jacokes, Z. (2017). Clinical neuroimaging in the preterm infant: Diagnosis and prognosis. *NeuroImage: Clinical*, 16(January), 355–368. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.08.015>.

- Hinojosa, M., Jiménez, J. O. D. L., Colín, M. E. J., Moreira, E. G., Bautista, C. S. F., & Harmony, T. (2020). Long-term therapeutic effects of Katona therapy in moderate-to-severe perinatal brain damage. *Neuroscience Letters*, 738(June). <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135345>.
- Hitzert, M. M., van Geert, P. L. C., Hunnius, S., Van Braeckel, K. N. J. A., Bos, A. F., & Geuze, R. H. (2015). Associations between developmental trajectories of movement variety and visual attention in fullterm and preterm infants during the first six months postterm. *Early Human Development*, 91(1), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.12.006>.
- Howson CP, Kinney MV, L. J. (2012). Nacidos Demasiado Pronto: Informe de Acción Global sobre Nacimientos Prematuros. *March of Dimes, PMNCH, Save the Children, Organización Mundial de La Salud*.
- INEGI. (2019). *Comunicado De Prensa. Num. 638/19. Discapacidad. 1–11*.
- INEGI. (2020). *Comunicado De Prensa Núm. 164/20 28 De Abril De 2020 Página 1/2 Estadísticas a Propósito Del Día Del Niño Datos Nacionales*.
- Instituto Nacional de Pediatría. (2018). *Prematuridad y retos. Prevención y manejo*. https://pediatria.gob.mx/archivos/fasciculo_prematurez.pdf
- Isbell, E., Stevens, C., Pakulak, E., Wray, A. H., Bell, T. A., & Neville, H. J. (2017). Neuroplasticity of selective attention: Research foundations and preliminary evidence for a gene by intervention interaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(35), 9247–9254. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707241114>
- Jansson-Verkasalo, E., Haverinen, S., Valkama, A. M., & Korpilahti, P. (2011). Los niños prematuros tienen un alto riesgo de dificultades en el procesamiento auditivo central, evidenciadas mediante los potenciales evocados auditivos. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 31(3), 125–132. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(11\)70181-4](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(11)70181-4)
- Johnston, K. M., Gooch, K., Korol, E., Vo, P., Eyawo, O., Bradt, P., & Levy, A. (2014). The economic burden of prematurity in Canada. *BMC Pediatrics*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-93>
- Kabisch, N., Alonso, L., Dadvand, P., & van den Bosch, M. (2019). Urban natural environments and motor development in early life. *Environmental Research*, 179(June), 108774. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108774>

- Kanaan, A., Farahani, R., Douglas, R. M., LaManna, J. C., & Haddad, G. G. (2006). Effect of chronic continuous or intermittent hypoxia and reoxygenation on cerebral capillary density and myelination. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, *290*(4), 1743–1750. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00535.2005>.
- Kinney, H. C., Haynes, R. L., Xu, G., Andiman, S. E., Folkerth, R. D., Sleeper, L. A., & Volpe, J. J. (2012). Neuron deficit in the white matter and subplate in periventricular leukomalacia. *Annals of Neurology*, *71*(3), 397–406. <https://doi.org/10.1002/ana.22612>.
- Knudsen, E. I. (2018). Neural Circuits That Mediate Selective Attention: A Comparative Perspective. *Trends in Neurosciences*, *41*(11), 789–805. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.06.006>.
- Lawrence, K. M., McGovern, P. E., Mejaddam, A., Rossidis, A. C., Baumgarten, H., Kim, A., Grinspan, J. B., Licht, D. J., Didier, R. A., Vossough, A., Radaelli, E., Rychik, J., Song, L., Peranteau, W. H., Davey, M. G., Flake, A. W., & Gaynor, J. W. (2019). Chronic intrauterine hypoxia alters neurodevelopment in fetal sheep. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, *157*(5), 1982–1991. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.12.093>.
- Liu, Y. (2016). Pediatric lens diseases. *Pediatric Lens Diseases*, 1–381. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2627-0>.
- López-García, B., Ávalos Antonio, N., & Díaz Gómez, N. B. (2018). Incidencia de prematuros en el Hospital General Naval de Alta Especialidad 2015-2017. *Revista de Sanidad Militar*, *72*(1), 19–23.
- Lozano De La Torre, M. J. (2007). New growth references of the World Health Organization based on breast fed infants. *Anales de Pediatría*, *66*(2), 177–183. [https://doi.org/10.1016/s1695-4033\(07\)70328-4](https://doi.org/10.1016/s1695-4033(07)70328-4).
- Lunghi, M., Di, E., Benavides-varela, S., & Simion, F. (2020). Covert orienting of attention in 3-month-old infants: The case of biological motion. *Infant Behavior and Development*, *58*(February), 101422. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101422>.
- Mackie, M. A., Van Dam, N. T., & Fan, J. (2013). Cognitive control and attentional functions. *Brain and Cognition*, *82*(3), 301–312. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.05.004>.
- Maitre, N. L., & Tennessee, N. (2016). *Neurorehabilitation after neonatal intensive care: evidence and challenges*. *100*(6). <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-305920>. Neurorehabilitation.
- Mancini J., Milh M., C. B. (2015). Desarrollo Neurológico. *EMC-Pediatría*, *50*(2), 1–11. <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S1245178915711522>.

- Mandujano, M., Sánchez, C., Katona, F., & Berenyi, M. (2015). Bases de la función vestibular en el diagnóstico y manejo terapéutico de los neonatos y lactantes. *Ciencias Clínicas*, 16(2), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.cc.2015.12.001>.
- Marín-Méndez, J. J., Borra-Ruiz, M. C., Álvarez-Gómez, M. J., & Soutullo Esperón, C. (2017). Desarrollo psicomotor y dificultades del aprendizaje en preescolares con probable trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Estudio epidemiológico en Navarra y La Rioja. *Neurología*, 32(8), 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.02.009>.
- Marugán De Miguelsanz, J. M., Torres Hinojal, M. C., Fernández Castaño, M. T., De Fuentes Acebes, M. C., Herrero Mendoza, M. B., & Robles García, M. B. (2005). Crecimiento de niños sanos de 0 a 2 años y comparación con las gráficas de referencia. *Anales de Pediatría*, 62(4), 304–311. <https://doi.org/10.1157/13073242>.
- Minguet-Romero, R., Cruz-Cruz, P. del R., Ruíz-Rosas, R. A., & Hernández-Valencia, M. (2014). Incidencia de nacimientos pretérmino en el IMSS (2007-2012). *Ginecología y Obstetricia de México*, 82(7), 465–471.
- Morales-Luengo, F., Salamanca-Zarzuela, B., & Fernández Colomer, B. (2020). Psychomotor development in late premature newborns at five years. Comparison with term newborns using the ASQ3®. *Anales de Pediatría*, xx. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.04.032>
- Morsing, E., Malova, M., Kahn, A., Lätt, J., Björkman-Burtscher, I. M., Maršál, K., & Ley, D. (2018). Brain volumes and developmental outcome in childhood following fetal growth restriction leading to very preterm birth. *Frontiers in Physiology*, 9(NOV), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01583>.
- OMS. (2021). *Malnutrición*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>.
- Pallás Alonso, C., García González, P., Jimenez Moya, A., Loureiro González, B., Martín Peinador, Y., Soriano Faura, J., Torres Valdivieso, M. J., & Ginovart Galiana, G. (2018). Follow-up protocol for newborns of birthweight less than 1500 g or less than 32 weeks gestation. *Anales de Pediatría*, 88(4), 229.e1-229.e10. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2017.12.010>.
- Patrones de crecimiento infantil de la OMS*. (2006). Departamento de Nutrición Para La Salud y El Desarrollo. <https://www.who.int/childgrowth/standards/es/>.
- Percepci, D. D. E. L. A., & Fetal, A. (2000). *Desarrollo de la percepción auditiva fetal*: 3, 11–15.
- Pereira-Cerro, A. V., Lanzarote-Fernández, M. D., Barbancho-Morant, M. M., & Padilla-Muñoz, E. M. (2020). Evolution of psychomotor development in pre-school children born prematurely. *Anales de Pediatría*, 93(4), 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.10.003>.

- Pérez Carbajo, E., Pérez Medina, T., Martínez Payo, C., Iglesias Goy, E., González Rodríguez, M., & Rodríguez Candia, J. M. (2013). Marcadores bioquímicos de cromosomopatía, pregnancy associated plasma proteína-A y fracción β de hormona gonadotropina coriónica humana, como predictores de alteraciones del crecimiento fetal. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*, *56*(7), 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.pog.2012.08.003>.
- Piaget J., I. B. (1984). *Psicología del niño* (Duedécima). Ediciones Morata S.A.
- Pimiento Infante, L. M., & Beltrán Avendaño, M. A. (2015). Restricción del crecimiento intrauterino: una aproximación al diagnóstico, seguimiento y manejo. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, *80*(6), 493–502. <https://doi.org/10.4067/s0717-75262015000600010>.
- Porras-Kattz, E., & Harmony, T. (2007). Neurohabilitación: un método diagnóstico y terapéutico para prevenir secuelas por lesión cerebral en el recién nacido y el lactante. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, *64*, 125–135. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462007000200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es.
- Power, V. A., Spittle, A. J., Lee, K. J., Anderson, P. J., Thompson, D. K., Doyle, L. W., & Cheong, J. L. Y. (2019). Nutrition, Growth, Brain Volume, and Neurodevelopment in Very Preterm Children. *Journal of Pediatrics*, *215*, 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.08.031>.
- Purisch, S. E., & Gyamfi-Bannerman, C. (2017). Epidemiology of preterm birth. *Seminars in Perinatology*, *41*(7), 387–391. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2017.07.009>.
- Purves D., Augustine G., Fitzpatrick D., Hall W., Lamantia A., McNamara J., W. S. (2019). *Neurociencia*. (3ra ed.). Madrid, España: Panamericana.
- Quintero, L., Lugo-Trampe, Á., & Trujillo-Murillo, K. D. C. (2013). Morbilidad del recién nacido de término atendido en alojamiento conjunto y cunero de transición de un hospital de tercer nivel. *Medicina*, *16*(60), 106–113. www.elsevier.es/en/node/2090153.
- Ream, M. A., & Lehwald, L. (2017). Neurologic Consequences of Preterm Birth. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, *18*(8). <https://doi.org/10.1007/s11910-018-0862-2>.
- Richmond P. (1981). *Introducción a Piagen* (9a ed.): Editorial Fundamentos.
- Río R., Thió M., Bosio M., Figueras J., I. M. (2020). Predicción de mortalidad en recién nacidos prematuros. Revisión sistemática actualizada. *An Pediatr (Barc)*, *93*(1), 24–33.
- Río R., Tió M., Bosio M., Figueras J., I. M. (2020). Predicción de mortalidad en recién nacidos y prematuros. Revisión sistemática actualizada. *An. Pediatr*, *93*(1), 24–33.

- Rocha, P. R. H., Saraiva, M. da C. P., Barbieri, M. A., Ferraro, A. A., & Bettiol, H. (2020). Association of preterm birth and intrauterine growth restriction with childhood motor development: Brisa cohort, Brazil. *Infant Behavior and Development, 58*(May 2019), 101429. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101429>.
- Romero-Salinas, G., Hugo, V., Olivares, P., Gutiérrez Cárdenas, M., García Cavazos, R., Torres, M., Lizaola, G., Shea, M., & García López, L. (2011). Heart rate in fetuses with restricted growth and development. *Clinica e Investigacion En Ginecologia y Obstetricia, 38*(5), 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.gine.2010.01.013>.
- Ross-Sheehy, S., Perone, S., Macek, K. L., & Eschman, B. (2017). Visual orienting and attention deficits in 5- and 10-month-old preterm infants. *Infant Behavior and Development, 46*, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.12.004>.
- Rybertt, T., Azua, E., & Rybertt, F. (2016a). Retardo De Crecimiento Intrauterino: Consecuencias a Largo Plazo. *Revista Médica Clínica Las Condes, 27*(4), 509–513. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.07.010>.
- Rybertt, T., Azua, E., & Rybertt, F. (2016b). Retardo De Crecimiento Intrauterino: Consecuencias a Largo Plazo. *Revista Médica Clínica Las Condes, 27*(4), 509–513. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.07.010>.
- Salo, E., Salmela, V., Salmi, J., Numminen, J., & Alho, K. (2017). Brain activity associated with selective attention, divided attention and distraction. *Brain Research, 1664*, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2017.03.021>.
- Schonhaut, L., Pérez, M., & Muñoz, S. (2015). Asociación entre morbilidad neonatal, edad gestacional y déficit de desarrollo psicomotor en prematuros moderados y tardíos. *Revista Chilena de Pediatría, 86*(6), 415–425. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.08.001>.
- Sepúlveda E., Crispi F., Pons A, et al. (2014). Restricción de crecimiento intrauterino. *Medica Clínica Condez, 25*(6), 958–963.
- Shankaran, S. (2018). Childhood neurodevelopmental outcome following extremely preterm birth. *The Lancet Child and Adolescent Health, 2*(12), 843–844. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30308-0](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30308-0).
- Sharma, D., Shastri, S., Farahbakhsh, N., & Sharma, P. (2016). Intrauterine growth restriction—part 1. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine, 29*(24), 3977–3987. <https://doi.org/10.3109/14767058.2016.1152249>.

- Sharma, D., Shastri, S., & Sharma, P. (2016). Intrauterine Growth Restriction: Antenatal and Postnatal Aspects. *Clinical Medicine Insights: Pediatrics*, 10, CMPed.S40070. <https://doi.org/10.4137/cmped.s40070>
- Smith, J. (2021). Fine Motor Development. In *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders* (Springer Ch, pp. 2024–2028). https://doi.org/https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/978-3-319-91280-6_619
- Tan, M. J., & Cooke, R. W. (2008). Improving head growth in very preterm infants - A randomised controlled trial I: Neonatal outcomes. *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*, 93(5), 337–342. <https://doi.org/10.1136/adc.2007.124230>.
- Tremolada, M., Taverna, L., & Bonichini, S. (2019). Which factors influence attentional functions? Attention assessed by KITAP in 105 6-to-10-year-old children. *Behavioral Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/bs9010007>.
- Vericat, A., & Orden, A. B. (2017). Neurological risk in children of moderate neonatal risk. *Acta Pediatrica de Mexico*, 38(4), 255–266. <https://doi.org/10.18233/apm38no4pp255-2661434>.
- Vohr, B. R., Davis, E. P., Wanke, C. A., & Krebs, N. F. (2017). Neurodevelopment: The impact of nutrition and inflammation during preconception and pregnancy in low-resource settings. *Pediatrics*, 139(April 2017), S38–S49. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2828F>.
- Volpe, J. J. (2009). Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *The Lancet Neurology*, 8(1), 110–124. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(08\)70294-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(08)70294-1).
- Webb S.J., Shell A.R., Cuomo J., Jensen G., D. C. K. (2012). *Handbook of Growth and Growth Monitoring in Health and Disease*. Springer. https://doi.org/https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/978-1-4419-1795-9_179.
- WHO. (2006). *Patrones de crecimiento infantil de la OMS*. <https://www.who.int/childgrowth/launch/es/>
- WHO. (2009). *WHO Anthro para computadoras personales (versión 3.2.2, enero 2011) y marcos*. Software Para Evaluar El Crecimiento y Desarrollo de Los Niños Del Mundo. <https://www.who.int/childgrowth/software/es/>
- Wisbaum, W., Barbero, B., Allí, D., Arias, M., Benlloch, I., Conde, A., Fernández, R., & Lezama Isabel Tamarit, I. (2011). La desnutrición infantil. Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento. *Unicef*, 1–21. <https://www.unicef.es/sites/unicef.es/files/Dossierdesnutricion.pdf>
- World Health Organization. (2012). *Informe de Acción Global sobre Nacimientos Prematuros*. The Partnership for Maternal, Newborn & Child Health. https://www.who.int/pmnch/media/news/2012/preterm_birth_report/es/index3.html

Xie, W., Mallin, B. M., & Richards, J. E. (2019). Development of brain functional connectivity and its relation to infant sustained attention in the first year of life. *Developmental Science*, 22(1), 1–18.
<https://doi.org/10.1111/desc.12703>

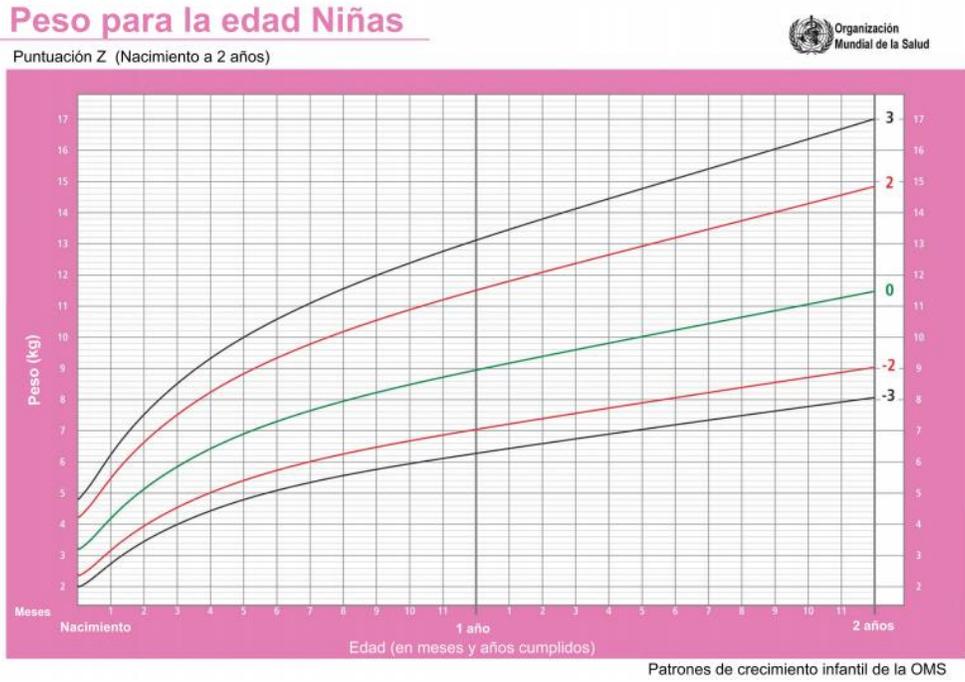
Zhang, M., Gazimbi, M. M., Chen, Z., Zhang, B., Chen, Y., Yu, Y., & Tang, J. (2020). Association between birth weight and neurodevelopment at age 1-6 months: Results from the Wuhan Healthy Baby Cohort. *BMJ Open*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031916>

Zihl, J., & Dutton, G. N. (2015). Cerebral visual impairment in children: Visuoceptive and visuocognitive disorders. In *Cerebral Visual Impairment in Children: Visuoceptive and Visuocognitive Disorders*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1815-3>

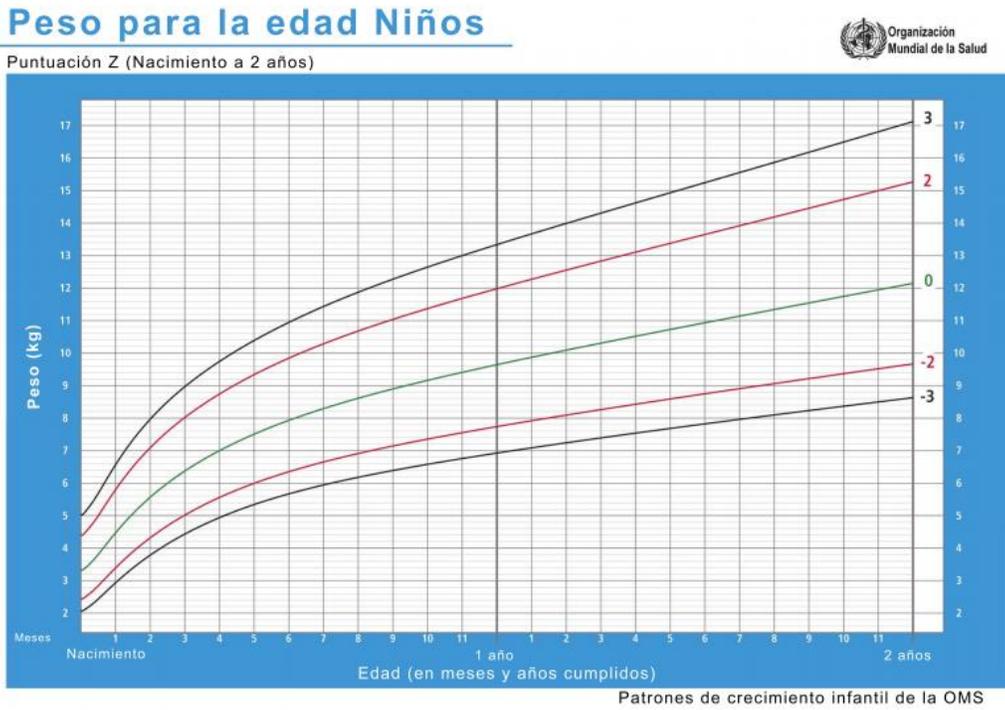
ANEXOS

AMEXO 1. Patrones de crecimiento infantil de la OMS

Anexo 1.1 Indicador de Peso para la Edad Niñas (PZ)



Anexo 1.2 Indicador de Peso para la Edad Niños (PZ)

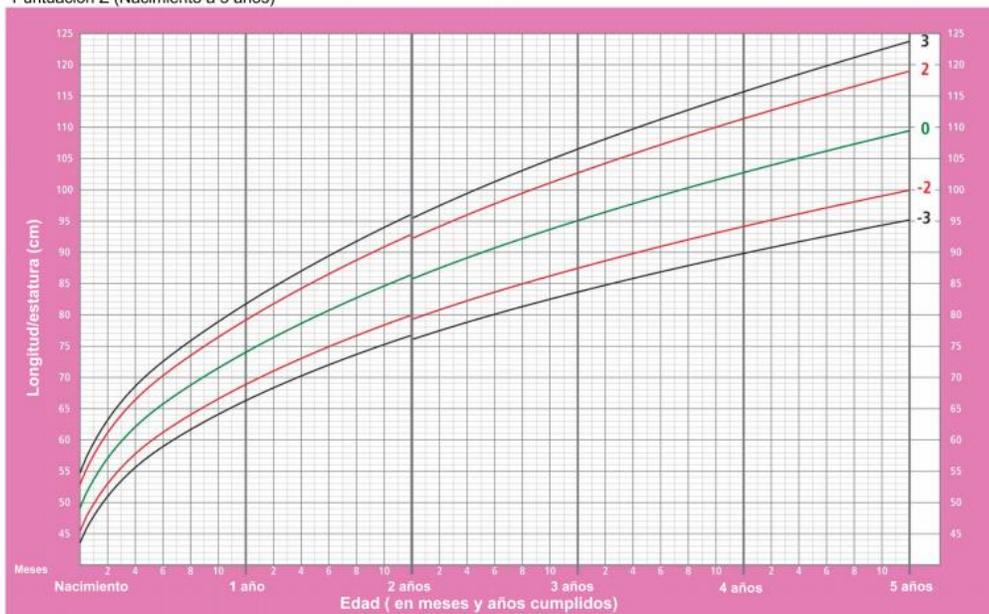


Anexo 1.3 Indicador de Longitud para la Edad Niñas (PZ)

Longitud/estatura para la edad Niñas



Puntuación Z (Nacimiento a 5 años)



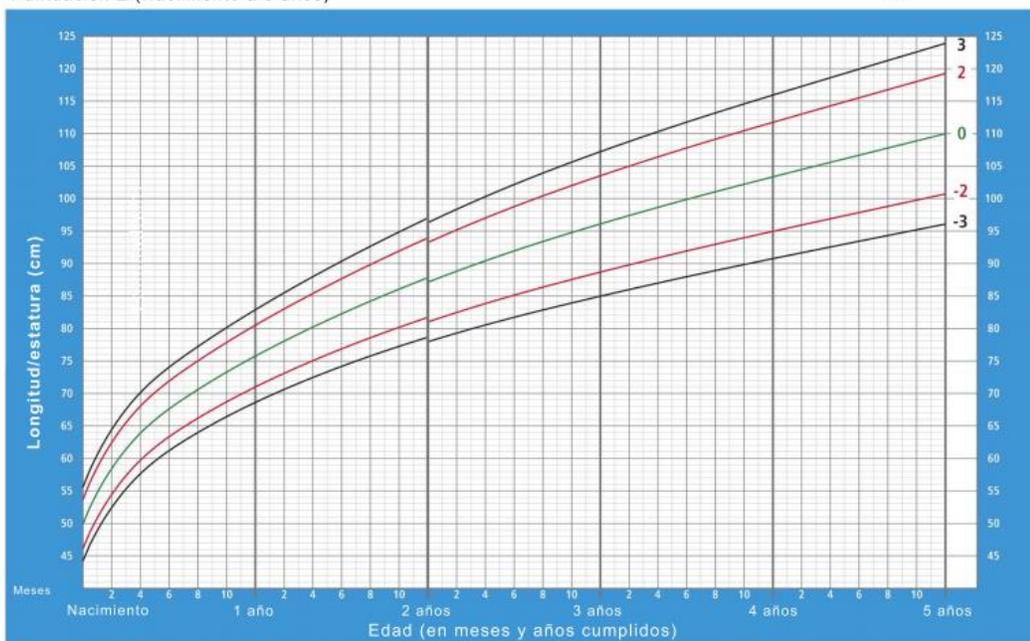
Patrones de crecimiento infantil de la OMS

Anexo 1.4 Indicador de Longitud para la Edad Niños (PZ)

Longitud/estatura para la edad Niños



Puntuación Z (Nacimiento a 5 años)



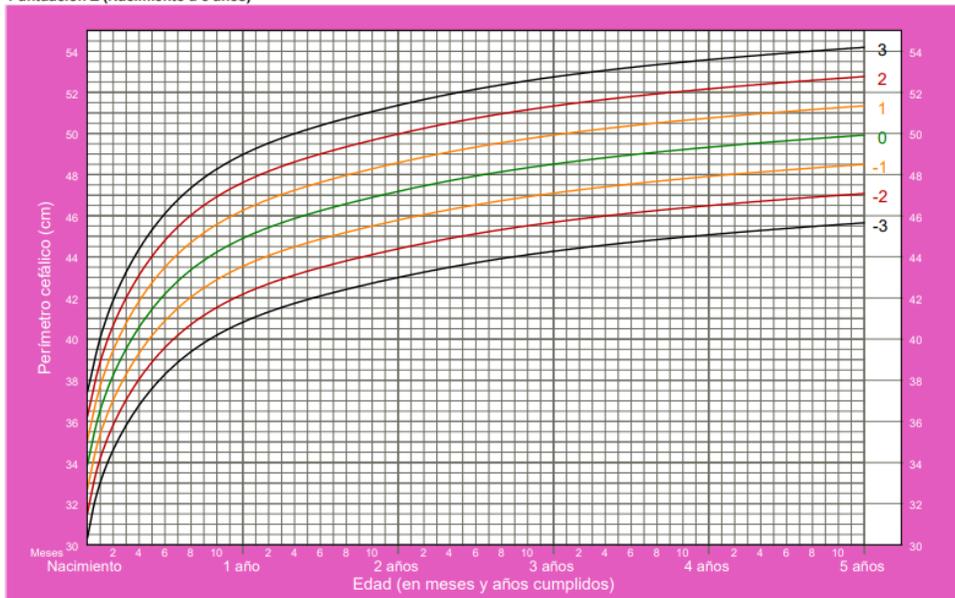
Patrones de crecimiento infantil de la OMS

Anexo 1.5 Indicador de Perímetro Cefálico para la Edad Niñas (PZ)

Perímetro cefálico para la edad Niñas



Puntuación Z (Nacimiento a 5 años)



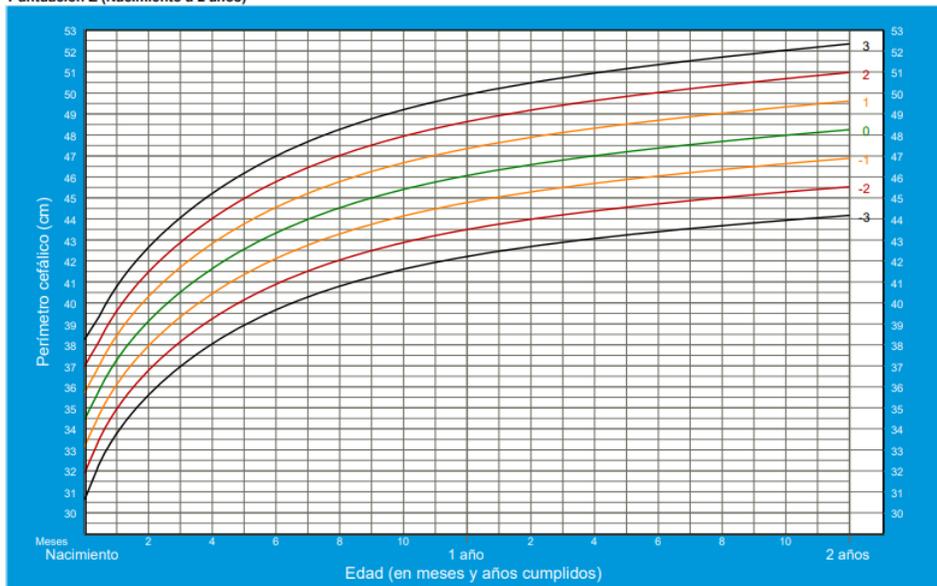
Patrones de crecimiento infantil de la OMS

Anexo 1.6 Indicador de Perímetro Cefálico para la Edad Niños (PZ)

Perímetro cefálico para la edad Niños



Puntuación Z (Nacimiento a 2 años)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

Anexo 2. Formato de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS)



Escala de Evaluación de la Atención Selectiva Visual y Auditiva (EEAS)										
Nombre:		Semanas De Gestación:		Fecha Inicio EEAS:						
Factores de Riesgo:		Área:		Fecha de Nacimiento:						
Mes de evaluación	Fecha de evaluación	Puntuación Escala visual	Percentil	Clasificación	Puntuación Escala auditiva	Percentil	Clasificación	Puntuación Total	Percentil	Clasificación
1 MES										
2 MESES										
3 MESES										
4 MESES										
5 MESES										
6 MESES										
7 MESES										
8 MESES										



ESCALA AUDITIVA

Fecha de evaluación	Edad Meses		Edad Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8	OBSERVACIONES	
	1	2	1	2										
1	Respuesta a la voz humana													
2	Respuesta ante el sonido de una campana (30-45 cm)													
3	Respuesta ante el sonido de una campana a la derecha													
4	Respuesta ante sonidos de una campana a la izquierda													
5	Respuesta ante la voz humana girando la cabeza													
6	Respuesta ante sonidos de la campana girando la cabeza													
7	Respuesta al escuchar su nombre													
8	Respuesta ante la voz humana, localizando el origen de donde procede													
9	Respuesta discriminativa ante dos estímulos auditivos diferentes													
10	Respuesta ante el sonido de una sonaja que él agita													
11	Seguimiento del sonido de una campana en dirección arriba-abajo													
12	Seguimiento del sonido de una campana en dirección derecha-izquierda													
13	Búsqueda de sonidos señalado con movimientos oculares													
14	Repetición de sonidos cuando se le habla													
TOTAL														
Nombre del evaluador														
0														
CONDUCTA AUSENTE				1				EN CONSOLIDACIÓN				2		EJECUTADA SATISFACTORIAMENTE

ANEXO 3. Tabla de Percentiles de la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva (EEAS)

	1mV	1mA	1m/T	2mV	2mA	2m/T	3mV	3mA	3m/T	4mV	4mA	4m/T
N	4	4	4	15	15	15	25	25	25	33	33	33
Mean	12.8	7.5	20.3	15.8	8.4	24.3	23.8	13.0	30.8	35.0	19.8	54.6
Std. Deviation	5.8	7.0	9.6	6.4	4.0	9.3	7.0	5.5	10.1	10.1	6.0	14.4
Minimum	7	4	11	6	1	12	8	2	20	18	4	27
Maximum	20	18	32	28	18	48	40	22	62	54	28	78
Percentiles	10	7	4	11	6	13	15	4	22	19	10	32
	20	7	4	11	9	16	18	10	29	24	15	38
	25	8	5	12	10	17	20	11	31	27	16	44
	30	9	5	13	11	17	21	11	31	29	17	49
	40	10	5	14	13	19	22	12	33	32	20	52
	50	12	6	15	15	24	24	13	36	36	21	56
	60	14	6	16	16	26	26	14	39	39	22	62
	70	17	11	28	21	31	28	16	43	43	24	63
	75	19	15	30	21	31	29	18	44	44	24	67
	80	20	18	32	23	33	30	19	45	45	25	70
	90	20	18	32	25	37	33	20	54	48	27	73
	100	20	18	32	28	46	40	22	62	54	28	78

	5mV	5mA	5m/T	6mV	6mA	6m/T	7mV	7mA	7m/T	8mV	8mA	8m/T
N	38	38	38	45	45	45	23	23	23	9	9	9
Mean	41.6	21.9	63.5	49.8	24.9	74.7	55.6	26.3	81.9	57.7	25.6	83.2
Std. Deviation	12.3	5.9	16.9	12.9	3.8	15.1	10.0	2.3	11.8	10.8	3.3	13.8
Minimum	17	4	21	17	9	40	27	20	47	35	19	56
Maximum	63	28	89	64	28	92	64	28	92	64	28	91
Percentiles	10	24	13	38	30	47	38	22	61	35	19	66
	20	30	17	48	38	61	47	25	73	43	21	82
	25	33	18	49	42	67	52	26	77	53	24	76
	30	34	19	52	45	71	53	26	80	62	26	89
	40	40	23	60	50	76	57	28	84	63	28	89
	50	41	24	66	54	79	60	28	86	63	28	90
	60	46	25	70	56	82	61	28	87	63	28	90
	70	52	28	79	59	85	62	28	90	63	28	91
	75	53	28	79	62	88	63	28	90	63	28	91
	80	54	27	80	63	89	64	28	91	64	28	91
	90	56	28	83	63	91	64	28	92	64	28	91
	100	63	28	89	64	92	64	28	92	64	28	91

ANEXO 4. Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor (FEDP)

Anexo 4.1 Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor “Datos Personales del Paciente”

 																	
FORMATO DE EVALUACION DE DESARROLLO PSICOMOTRIZ (FEDP) 1-36 MESES																	
Nombre:	Peso	Talla	P.C.	Código	SEG	Fecha nacimiento edad corregida											
Factores de Riesgo:				Fecha de Nacimiento	Edad cronológica de ingreso												
				Fecha inicio tratamiento	Edad corregida zemanar												
TONO MUSCULAR Y UBICACIÓN: Normal (N) Hipotonía(-) Hipertonía(+) Miembro(s) Torácico(s) (MT(r)) Miembro(s) Pélvico(s) (MP(r)) Hemicuerpo(H) Controlateral(CL) Derecha(D) Izquierda(I) Ausente(A)																	
FECHAS DE EVALUACIÓN																	
SEMANAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANIOBRAS KATONA	NUEVO INGRESO																
Elevación de tronco (tracción de manos)																	
Elevación de tronco (espalda-cadera)																	
Sentado al aire																	
Rotación izquierda y derecha																	
Gateo asistido																	
Gateo asistido modificado																	
Arrastre horizontal																	
Marcha en plano horizontal																	
Marcha en plano ascendente																	
Arrastre en plano inclinado descendente																	
Arrastre en plano inclinado ascendente																	

Anexo 4.2 Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotor “Subescala: Motor Fino”

EDAD	MOTOR FINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2-4	Lleva las manos a la línea media																
2-4	Sostiene y mantiene firmemente un objeto con la mano																
3-6	Se estira para tomar un objeto con ambas manos																
4-6	Estruja papel, sábanas, ropa, etc.																
4-8	Toma un objeto y lo transfiere entre sus manos																
5-8	Toma objetos que están a su alcance y los examina																
7-11	Comienza a desarrollar agarre índice-pulgar																
9-11	Inserta objetos en un agujero grande																
10-13	Pinza superior																
12-13	Señala con el dedo índice																
13-15	Forma una torre de dos cubos																
13-16	Garabatea espontáneamente por imitación																
14-17	Toma dos cubos en una mano																
15-17	Forma una torre con tres o cuatro cubos																
15-18	Introduce bolitas en la botella																
15-18	Da vuelta a las páginas de un libro (dos o tres a la vez)																
17-20	Intenta quitar la rosca o tapa de un frasco pequeño																
19-22	Imita trazo vertical																
22-24	Arma torre de seis cubos																
23-24	Arma tren de tres cubos																
23-25	Da la vuelta a la página de un libro hoja por hoja																
26-31	Forma una torre de ocho cubos																
31-34	Toma el lápiz con los dedos (a la manera adulta)																
32-34	Construye un tren de 10 cubos																
34-36	Ensarta tres cuentas en una agujeta																
35-38	Construye torre de 10 cubos																

Anexo 5. Consentimiento Informado de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo
"Dr. Augusto Fernández Guardiola" de la UNAM, Juriquilla, Qro.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN NEURODESARROLLO
"DR. AUGUSTO FERNÁNDEZ GUARDIOLA"



**CONSENTIMIENTO INFORMADO Y AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL PROTOCOLO DE
INVESTIGACIÓN "DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE NIÑOS CON FACTORES DE RIESGOS
PRENATALES Y PERINATALES PARA DAÑO CEREBRAL".**

Juriquilla, Querétaro, de del 20

Mi hij@ _____ de _____ meses de edad ha sido aceptado para ingresar al protocolo de investigación "Diagnóstico y tratamiento de niños con factores de riesgo prenatales y perinatales para daño cerebral" que se realiza en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola" del Instituto de Neurobiología de la UNAM.

Me comprometo a acudir a todas las citas que se programarán para realizar las diversas valoraciones clínicas de Neuropediatría, Neurodesarrollo, neurofisiología, nutrición, imagen, psicomotriz, lenguaje y de atención que el protocolo le ofrece a mi hij@. He sido informado que se me proporcionarán fotocopias de los resultados de los estudios que se le realicen. Estoy consciente de que esta Unidad es parte de la UNAM, que tiene por objetivo desarrollar profesionistas capacitados en cada una de las áreas, por lo que asumo que, durante 8 años, (ó el tiempo que se prolongue el programa), podrán trabajar con mi hijo bajo supervisión: estudiantes, practicantes, alumnos de servicio social y voluntarios que estén autorizados por parte de los responsables de área.

Me han informado y entiendo la importancia de la investigación que realiza en esta Unidad, y que es una gran oportunidad para mi bebé el haber sido aceptado en el protocolo de investigación, ya que no todos los bebés en riesgo de daño neurológico pueden ingresar, por lo cual me comprometo a cumplir con todas las obligaciones que se me asignen y me fueron entregados en el reglamento y a realizar los estudios en tiempo y forma como lo indica el Protocolo, y que en caso de no contar con los iniciales antes de los 3 meses de edad corregida incluyendo la **RESONANCIA MAGNETICA** será causa de baja de Protocolo de Investigación.

Entiendo que en caso de haber algún retraso en el pago del donativo que se me asigne por parte de Trabajo Social, acepto que habrá una penalización de \$100 por cada mes de retraso, así como la suspensión temporal de servicio hasta tener al corriente los donativos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN NEURODESARROLLO
"DR. AUGUSTO FERNÁNDEZ GUARDIOLA"**



Acepto todas las obligaciones y beneficios que sugiere el protocolo de investigación y me comprometo a seguir todas las indicaciones del mismo para que la probabilidad de éxito en la recuperación de mi hijo sea mayor.

Nombre de la madre

Nombre del padre

Firma

Firma

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"

Anexo 6. Períodos del Desarrollo Cerebral Estructural y Funcional

		DESARROLLO CEREBRAL ANATÓMICO Y FUNCIONALES							
		EVENTOS MADURATIVOS		ESTUDIOS CON NEUROIMÁGEN		FUNCIONALES			
		SINÁPTICOS	MIELINIZACIÓN		DESARROLLO DE LA SG	DESARROLLO DE LA SB	DESARROLLO METABÓLICO		
ME SES	0-2		Periodo de máximos cambios en la mielinización	Comienza la mielinización de la SB subcortical. Tronco cerebral, cerebelo y núcleos grises. En el primer mes inicia la mielinización de hemisferios.	Incremento/meseta en el volumen de la SG cortical	Comienza la maduración de: Parte posterior de al capsula interna.	Regiones con mayor metabolismo: Corteza sensoriomotora primaria; Núcleos talámicos; Tronco cerebral; Vermis cerebeloso; Corteza cingular; Región hipocampal		
	2-4	Máxima densidad sináptica O (occipital)		Comienza la mielinización en regiones posteriores, brazo anterior del cápsula interna y centro semioval.		Comienza la maduración de: 1) Parte anterior de la cápsula interna; 2) Radiación óptica; 3) Espleno del cuerpo calloso	Incremento metabólico en: Corteza parietal y temporal; Corteza visual primaria; Ganglios Basales; hemisferios cerebelosos.		
	4-6			Comienza la mielinización en regiones anteriores, espleno del cuerpo calloso, seguido de la rodilla.		Comienza la maduración de: 1) Fascículo corticoespinal; 2) Fascículo arqueado izquierdo; 3) Fascículo longitudinal inferior derecho.			
	6-8		Continúa mielinización de forma secuencial: 1) Vías sensoriales antes que motoras; 2) vías de proyección antes que las de asociación; 3) sitios telencefálicos centrales antes que polos telencefálicos; 4) polos occipitales antes que los frontales y temporales; 5) segmento posterior de cápsula interna antes y más rápido que segmento anterior; 6) cuerpo y espleno del cuerpo calloso antes y con mayor rapidez que el rostro; 7) segmento central del pedúnculo cerebral antes que los segmentos lateral y medial.				Incremento en el consumo de glucosa en la corteza F (fontal). Se da de forma secuencial: 1) Región F lateral; 2) Región F mesial; 3) Región PF dorsolateral		
	8-10								
	10-12	Máxima densidad sináptica PF (Prefrontal)							
	12-18								Patrón cerebral de consumo de glucosa similar al del adulto
	18-24								Tasa de consumo de glucosa similar a la del adulto
	AÑ OS	2-3						Aumento en la tasa de consumo por encima de los valores del adulto (casi el doble)	
		3-4					Termina el desarrollo de la SB O(occipital)	Máxima tasa de consumo de glucosa (doble que en el adulto)	
4-5					Máximo desarrollo de la rodilla o genu del cuerpo calloso (segmento anterior)	Meseta en la tasa de consumo de glucosa			
5-6									
6-7									
7-8		Final de la poda sináptica en O (occipital)			Máximo desarrollo del espleno del cuerpo calloso (segmento posterior)				
8-9									

9-10						
10-11			Máximo volumen de SG P (parietal)	Niñas: 10,2 años Niños: 11, 8 años		Comienza a disminuir la tasa de consumo de glucosa
10-12			Máximo volumen de la SG F (frontal)	Niñas: 11 años Niños: 12,1 años		
12-13						
13-14						
14-15		Finaliza mielinización				
15-16						
16-18			Máximo volumen de la SG T (temporal)	Niñas: 16,7 años Niños: 16, 2 años		Tasa de consumo de glucosa adulta
18-20	Final de la poda sináptica en PF (prefrontal)				Continúa el desarrollo de la SB F (frontal)	
20-25						
+25					Continúa su desarrollo en áreas asociativas	

RECUPERADO DE CAPILLA A. Y PÉREZ E. (2008). NEUROIMAGEN: TÉCNICAS Y PROCESOS COGNITIVOS. DESARROLLO CEREBRAL Y COGNITIVO, Y MODIFICADO (CAPILLA GONZÁLEZ & PÉREZ HERNÁNDEZ, 2008)(PURVES D., AUGUSTINE G., FITZPATRICK D., HALL W., LAMANTIA A., MCNAMARA J., 2019).