

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man on horseback, holding a staff and a book. Above him is a shield with various symbols, including a castle and a lion. The shield is supported by two columns. The Latin motto "CONSPICUA CAROLINA ACADUMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA VIBIS" is inscribed around the perimeter of the seal.

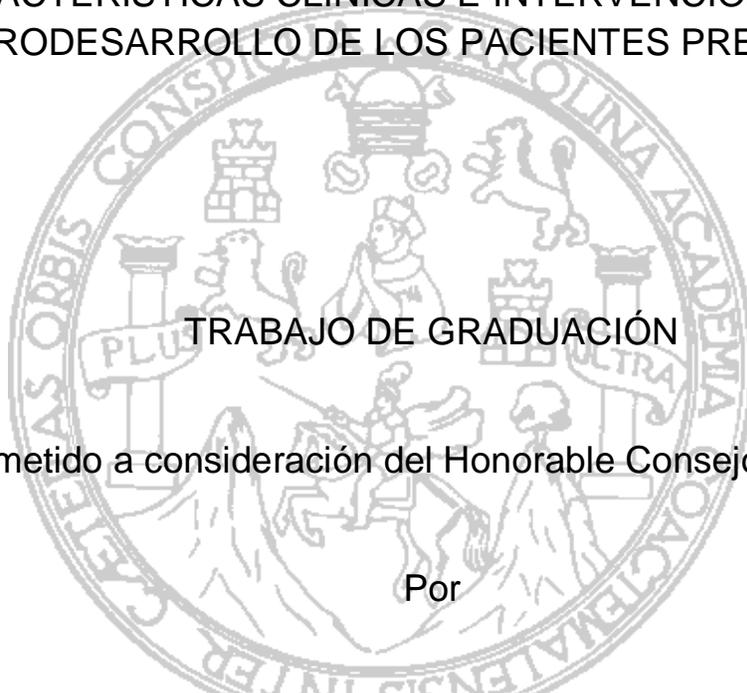
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL
NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS

BRIANA JUDITH LEMUS MIRANDA

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL
NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

BRIANA JUDITH LEMUS MIRANDA

Al conferírsele el título de

MÉDICA Y CIRUJANA

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO**



RECTOR

M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de Estudiantes:	PEM. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaría:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M.A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera	M.Sc. Ronaldo Armando Retana Albanés

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Presidente y revisor:	Ph.D. Rory René Vides Alonzo
Secretario y revisor:	M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé
Vocal y revisor:	M.Sc. Carlos Iván Arriola Monasterios
Vocal y revisor:	Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés

Chiquimula, Septiembre de 2020.

Señores:

Miembros Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Chiquimula, Ciudad

Respetables señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado: **“CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS”**.

Como requisito previo a optar el título profesional de Médica y Cirujana, en el Grado Académico de Licenciada.

Atentamente,
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



(f) _____

Briana Judith Lemus Miranda

Carné 201143775

Chiquimula, Septiembre de 2020

Director Centro Universitario de Oriente
Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

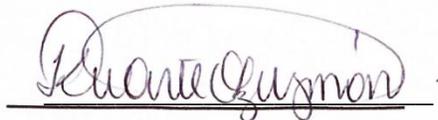
Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al bachiller en Ciencias y Letras Briana Judith Lemus Miranda con carné universitario 201143775 en el trabajo "**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS**", me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema desarrollado plantea describir clínicamente las características del neurodesarrollo en pacientes prematuros y sus alteraciones, por lo que en mi opinión reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación de monografía para su discusión por el Comité Organizador de Trabajos de Graduación de Medicina.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dra. Karem Duarte
Pediatra
Colegiado 14,463



Dra. Karem del Rosario Duarte Guzmán

Msc. Pediatría

Colegiado no. 14,463



Chiquimula, 01 de Octubre del 2020

Ref. MYC-51-2020

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

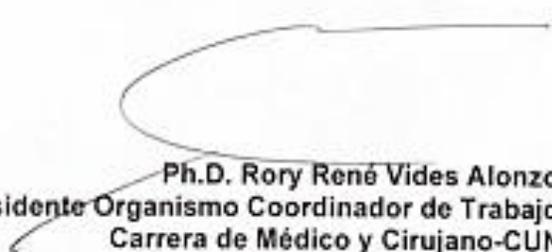
Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que la estudiante **BRIANA JUDITH LEMUS MIRANDA** identificada con el número de carné 201143775 quien ha finalizado la Monografía de Compilación del Trabajo de Graduación denominado "**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS**", el estudio fue asesorado por Dra. Karem del Rosario Duarte Guzmán, Colegiado 14,463, quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médica y Cirujana en el grado de Licenciada.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"



Ph.D. Rory René Vides Alonzo
Presidente Organismo Coordinador de Trabajos de Graduación
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI



Chiquimula, 5 de octubre del 2020
Ref. MYC-137-2020

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que la estudiante **BRIANA JUDITH LEMUS MIRANDA** identificada con el número de carné 201143775 quien ha finalizado el Informe Final del Trabajo de Graduación denominado **"CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS"** estudio asesorado por la Pediatra Dra. Karem del Rosario Duarte, colegiado 14,463 quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio descrito anteriormente cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, esta Coordinación autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médica y Cirujana en el grado de Licenciada.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Ronaldo Armando Retana Albanés
-Coordinador-
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **BRIANA JUDITH LEMUS MIRANDA** titulado "**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS**", trabajo que cuenta con el aval de el Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Médico y Cirujano. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **MÉDICA Y CIRUJANA**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el veinte de octubre del dos mil veinte.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
DIRECTOR
CUNORI - USAC

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A MIS CATEDRÁTICOS

AL DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

Ing. Arg Edwin Filiberto Coy Cordón

AL COORDINADOR DE CARRERA Y CATEDRÁTICO

M.Sc. Ronaldo Armando Retana Albanés

A MI ASESORA

M.Sc. Karem del Rosario Duarte Guzmán

A MIS REVISORES

M.Sc. Carlos Iván Arriola Monasterio

Ph.D. Rory René Vides Alonzo

MSc. Christian Edwin Sosa Sancé

Dr. Edvin Danilo Mazariegos Albanés

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI

A LOS HOSPITALES

Hospital Nacional de Chiquimula

Hospital Regional de Zacapa

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Gracias Señor por el don de la vida, por proveerme guía y dirección durante cada día de este proceso, en cada materia y rotación, por la sabiduría y fortaleza para culminar la carrera, por todas las bendiciones que me permitieron llegar hasta este momento.

A MIS PADRES:

Por ser siempre mi apoyo incondicional, motivarme y creer en mí; por ser mis ejemplos de amor sin medida que sin escatimar esfuerzos lograron formarme y educarme para ser una persona de bien, por incentivarme y acompañarme en cada prueba y festejar conmigo cada triunfo que culminan en este, gracias por todo.

A MIS HERMANOS:

Por su compañía, muestras de afecto y apoyo que con amor me brindaron en cada parte del proceso que ayudaron motivándome a seguir adelante y alcanzar esta meta que comparto con ustedes.

A MIS ABUELOS, TÍOS Y PRIMOS:

A cada uno de ustedes les agradezco por su apoyo y haberme acompañado en cada etapa del camino, por creer en mí y motivarme a ser mejor cada día para llegar a ser una "doctora que sí sabe".

A MI MEJOR AMIGA:

Gracias por tu compañía, afecto y apoyo incondicional, no me imagino todo este camino recorrido sin ti, espero nuestra amistad perdure como hasta ahora para toda la vida.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

(Kathy, Suha, Majo, Ceci, Tioca, Jenisa, Cesia, Victor, Maynor, Axel, Manuel, Jairo, Roberto, Simón, Joshy, Panchin) Por su cariño, apoyo y confianza cada uno de ustedes ha sido parte importante en este proceso, atesoro los recuerdos, risas y todos los momentos compartidos con cada uno de ustedes, los aprecio a todos.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Gracias por todo el conocimiento compartido, por la paciencia y palabras de aliento que contribuyeron para llegar a alcanzar esta meta. (Dra. Judith Paiz, Dra. Icaza, Dr. Farrington, Dr. Torre, Dr. Cashaj, Dr. Pineda, Dra. Asencio (+), Dr. Rodríguez, Dra. Quijada, Dra. Barrera, Dr. Martín, Dra. Monroy, Dr. Hernández, Dra. Morales, Dra. Coronado, Dra. Castillo, Dr. Gándara, Dra. Sosa, Dra. Meléndez, Dr. Gálvez).

A MI ASESORA:

Gracias por sus enseñanzas como catedrática, por acompañarme, guiarme y por el aliento brindado durante mi proceso formación y especialmente en la culminación de esta etapa.

A MIS EXTERNOS:

(Isabel, Isolina, Estephania, Keyra, Laura, Idelcy, Bryan Boris, Aroldo, Eileen, Paola, Sherwin, Tamara, Karla, Kathy, Cristina, Diego) Por permitirme apoyarlos en su formación y compartir muchos momentos especiales, se les aprecia.

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS

Briana J. Lemus¹, Dra. Karem R. Duarte Guzmán², M.Sc. Ronaldo A. Retana³, Ph.D.

Rory R. Vides⁴, M.Sc. Carlos I. Arriola⁴, M.Sc. Christian E. Sosa⁴.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, CUNORI,
finca el Zapotillo, zona 5 Chiquimula, tel. 78730300 ext. 1027.

RESUMEN

Introducción El parto prematuro implica el nacimiento, indiferentemente a la causa que lo produzca, entre las semanas 20 y 37 de gestación. La prematurez es la primera causa de mortalidad en los niños menores de cinco años, muchos de ellos fallecen y los que sobreviven sufren algún tipo de discapacidad de por vida. El desarrollo neurológico es un proceso muy complejo y preciso que inicia muy temprano en la vida intrauterina y continúa incluso después del nacimiento, cuyas etapas se superponen y pueden afectarse simultáneamente, si existe un agente externo o interno que tenga la capacidad de generar estímulos nocivos que provocan a su vez daño neurológico y trastornos en el neurodesarrollo. **Objetivo:** Identificar las características clínicas e intervenciones en el neurodesarrollo de los pacientes prematuros. **Material y métodos:** Para el desarrollo del estudio se realizó una revisión bibliográfica, basada en fuentes primarias y secundarias. **Conclusión:** Las etapas del desarrollo neurológico como la neurulación, formación del tubo neural, formación del encéfalo, proliferación neuronal, migración neuronal y mielinización ocurren superpuestas unas de las otras, en los prematuros dichas etapas no han finalizado por lo que el sistema nervioso queda expuesto a los estímulos extrauterinos que pueden afectar su desarrollo.

Palabras clave: Prematurez, neurodesarrollo, diagnóstico, alteraciones clínicas e intervenciones en el desarrollo.

-
1. Investigador
 2. Asesor de monografía
 3. Coordinador de la carrera de Médico y Cirujano, CUNORI
 4. Revisores de monografía.

CLINICAL CHARACTERISTICS AND INTERVENTIONS IN THE NEURODEVELOPMENT OF PREMATURE PATIENTS

Briana J. Lemus⁵, Dra. Karem R. Duarte Guzmán⁶, M.Sc. Ronaldo A. Retana⁷, Ph.D.

Rory R. Vides⁸, M.Sc. Carlos I. Arriola⁴, M.Sc. Christian E. Sosa⁴.

University of San Carlos of Guatemala, Eastern University Center, CUNORI, Zapotillo
farm, zone 5 Chiquimula, tel. 78730300 ext. 1027.

ABSTRACT

Introduction: Preterm labor involves birth, regardless of the cause that produces it, between weeks 20 and 37 of gestation. Prematurity is the leading cause of mortality in children under five years of age, many of them die and those who survive suffer some type of disability for life. Neurological development is a very complex and precise process that begins very early in intrauterine life and continues even after birth, the stages of which overlap and can be affected simultaneously, if there is an external or internal agent that has the ability to generate harmful stimuli that they in turn cause neurological damage and neurodevelopmental disorders. **Objective:** Identify the clinical characteristics and interventions in the neurodevelopment of premature patients. **Material and methods:** For the development of the study, a bibliographic review was carried out, based on primary and secondary sources. **Conclusion:** The stages of neurological development such as neurulation, neural tube formation, brain formation, neuronal proliferation, neuronal migration and myelination occur superimposed on each other; in premature infants, these stages have not finished, so the nervous system is exposed to the extrauterine stimuli that can affect its development.

Key words: Prematurity, neurodevelopment, diagnosis, clinical alterations and developmental interventions.

-
1. Investigator
 2. Monograph advisor
 3. Coordinator of the Medical and Surgeon Career, CUNORI
 4. Reviewers of monograph

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	i
II. JUSTIFICACIÓN	ii
III. OBJETIVOS	iii
3.1 Objetivo General	iii
3.2 Objetivos Específicos.....	iii
CAPÍTULO I.....	1
PREMATUREZ	1
1.1 Definición y Clasificación.....	1
1.2 Factores de Riesgo en el Prematuro.....	2
1.2.1 Factores de Riesgo Biológicos.....	2
1.2.1.1 Inmadurez Cardiovascular.....	3
1.2.1.2 Inmadurez Pulmonar	3
1.2.1.3 Inmadurez Neurológica	3
1.2.1.4 Inmadurez Metabólica	3
1.2.1.5 Inmadurez Gastrointestinal.....	4
1.2.1.6 Inmadurez Inmunológica	4
1.2.2 Factores de Riesgo Ambientales	5
1.2.3 Factores de Riesgo y de Lesión Neurológica.....	5
1.2.3.1 Alteraciones Metabólicas.....	5
1.2.3.2 Encefalopatía Hipóxico-Isquémica (EHI)	6
1.2.3.3 Hemorragia Interventricular	8
1.2.3.4 Convulsiones Neonatales.....	8
1.2.3.5 Hiperbilirrubinemia o Kernicterus.....	9
CAPÍTULO II.....	11
NEURODESARROLLO	11
2.1 Embriología Neurológica	11
2.1.1 Desarrollo de la Placa Neural	11
2.1.2 Desarrollo del Tubo Neural	11

2.1.3	Desarrollo del Encéfalo.....	12
2.1.4	Desarrollo del Tubo Neural	14
2.1.5	Proliferación y Migración Neuronal	16
2.1.6	Mielinización	17
2.2	Neuroplasticidad.....	17
2.3	Teoría Interactiva	19
2.4	Autoregulación	20
2.5	Fisiología del Estrés.....	21
2.5.1	Eje Hipofisopararrenal.....	21
2.5.2	Sistema Neurovegetativo.....	21
CAPÍTULO III.....		23
EVALUACIÓN DEL NEURODESARROLLO		23
3.1	Reflejos	23
3.2	Hitos del Desarrollo.....	26
3.2.1	Desarrollo Motor	26
3.2.2	Desarrollo Sensorial.....	27
3.2.2.1	Desarrollo Visual	27
3.2.2.2	Desarrollo Auditivo y del Lenguaje	28
3.2.2.3	Desarrollo del Tacto, Gusto y Olfato.....	29
3.2.3	Desarrollo Social.....	30
3.3	Signos de Alarma.....	31
3.4	Diagnóstico de las alteraciones del desarrollo infantil	32
3.5	Trastornos del Desarrollo	33
3.5.1	Trastornos del Desarrollo Motor.....	33
3.5.2	Trastornos del Desarrollo Sensorial.....	34
3.5.3	Trastornos del Desarrollo del Lenguaje	34
3.5.4	Trastornos del Desarrollo Social	35
3.6	Secuelas de los Trastornos del Desarrollo.....	35
CAPÍTULO IV.....		38
INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO		38
4.1	Control de Estímulos.....	38

4.1.1	Iluminación.....	38
4.1.2	Sonido.....	38
4.1.3	Posición	39
4.1.4	Mínima Manipulación	39
4.2	Manejo del Dolor	40
4.3	Interacción con Progenitores.....	40
4.4	Estimulación Temprana.....	41
4.4.1	Estimulación Auditiva.....	41
4.4.2	Estimulación Visual.....	42
4.4.3	Estimulación Táctil	42
IV.	CONCLUSIONES.....	43
V.	RECOMENDACIONES	44
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
VII.	ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Mecanismos biológicos de plasticidad neuronal.	18
2. Reflejos de Supervivencia	24
3. Reflejos Posturales	24
4. Reacciones Posturales	25
5. Hitos del desarrollo motor	27
6. Hitos del desarrollo del Lenguaje	29
7. Hitos del desarrollo social	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Niveles crecientes de complejidad del encéfalo humano en desarrollo.	14
2. Modelo interactivo de los determinantes del desarrollo integral del niño.	19

LISTADO DE ABREVIATURAS

SNC	Sistema Nervioso Central
EHI	Encefalopatía Hipóxico-isquémica
LPV	Leucomalacia Periventricular
GABA	Ácido gamma-aminobutírico
CRH	Hormona Liberadora de Corticotropina
ACTH	Hormona Adenocorticotropina
DSM-5	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition
TEA	Trastorno del Espectro Autista
AAP	Academia Americana de Pediatría
UCIN	Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal

I. INTRODUCCIÓN

El parto prematuro implica el nacimiento, indiferentemente a la causa que lo produzca, entre las semanas 20 y 37 de gestación; por lo cual se define como prematuro a un recién nacido vivo antes de que se hayan cumplido las 37 semanas de gestación.

Las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales han favorecido el incremento de la supervivencia de los pacientes prematuros, sin embargo, la prematuridad sigue siendo un factor de riesgo importante para el padecimiento de alteraciones del desarrollo neurológico, pues cualquier lesión que ocurra en el recién nacido prematuro comprometerá su desarrollo ya que sus órganos y sistemas se encuentran inmaduros para la vida extrauterina y sus lesiones pueden causar secuelas a largo plazo.

Existen diversas causas de comorbilidad en los prematuros entre ellas cabe mencionar los factores de riesgo biológicos como la inmadurez, los factores de riesgo ambientales y los factores de riesgo de daño neurológico ellos corresponden a las patologías que generan daños a nivel del sistema nervioso central y periférico.

El desarrollo neurológico es un proceso muy complejo y preciso que inicia muy temprano en la vida intrauterina y continúa incluso después del nacimiento, cuyas etapas se superponen y pueden afectarse simultáneamente, si existe un agente externo o interno que tenga la capacidad de generar estímulos nocivos.

Al existir daño neurológico los trastornos en el desarrollo se vuelven evidentes en diversas áreas como alteraciones del desarrollo motor, sensorial, del lenguaje y social; estos deben ser evaluados por profesionales de la salud capacitados, por medio de diversas pruebas que evalúan los logros esperados para la edad que presente el niño al momento de la evaluación y finalmente comparan la edad obtenida mediante la prueba y la edad cronológica actual para verificar la presencia de las alteraciones del neurodesarrollo y brindar tratamiento.

II. JUSTIFICACIÓN

La prematurez es la primera causa de mortalidad en los niños menores de cinco años, cada año nacen en el mundo alrededor de 15 millones de prematuros muchos de ellos fallecen y los que sobreviven sufren algún tipo de discapacidad de por vida.

La etapa perinatal del prematuro se considera un periodo crítico debido a la vulnerabilidad del sistema nervioso ante múltiples factores que interactúan e incrementan la posibilidad de generar alteraciones que suelen manifestarse a corto o largo plazo.

Los prematuros son incapaces de manejar o tolerar los estímulos que les rodean a los que responden inadecuadamente como consecuencia presentan pérdida de control, respuestas de estrés y por consiguiente daño neurológico.

La importancia de este estudio radica en describir las características del neurodesarrollo en los prematuros por medio del conocimiento de las características del desarrollo neurológico normal, las alteraciones clínicas más frecuentes que producen los estímulos ambientales neurológicamente nocivos para así disminuir su incidencia y por consiguiente la cantidad de secuelas a corto y largo plazo en el desarrollo.

Esta investigación proporciona información teórica y científica beneficiosa para el personal de salud, acerca de los factores de riesgo que predisponen a los recién nacidos antes de las 37 semanas de edad gestacional para desarrollar complicaciones, así como permitir desarrollar actividades preventivas y de orientación al personal profesional y a la madre del prematuro que accede a los servicios de salud durante la etapa perinatal, postnatal y niñez sobre señales de alarma y alteraciones del neurodesarrollo.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

3.1.1 Identificar las características clínicas e intervenciones en el neurodesarrollo de los pacientes prematuros.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Describir las características embriológicas básicas del neurodesarrollo en los pacientes prematuros.

3.2.2 Describir las alteraciones clínicas del neurodesarrollo más frecuentes en los pacientes prematuros.

3.2.3 Describir las intervenciones para promover el neurodesarrollo adecuado en los pacientes prematuros.

CAPÍTULO I

PREMATUREZ

1.1 Definición y Clasificación

El parto prematuro implica el nacimiento de un niño, por la causa que sea, entre las semanas 20 y la 37 de gestación; por lo cual se define como prematuro a un bebé nacido vivo antes de que se hayan cumplido 37 semanas de gestación (Walker et al. 2000).

Los prematuros se dividen en subcategorías en función de la edad gestacional (Organización Mundial de la Salud 2018):

- prematuros extremos (menos de 28 semanas)
- muy prematuros (28 a 32 semanas)
- prematuros moderados a tardíos (32 a 37 semanas)

Cada año nacen en el mundo unos 15 millones de bebés antes de llegar a término, es decir, más de uno en 10 nacimientos, aproximadamente un millón de niños prematuros mueren cada año debido a complicaciones en el parto. Muchos de los bebés prematuros que sobreviven sufren algún tipo de discapacidad de por vida, en particular, discapacidades relacionadas con el aprendizaje y problemas visuales y auditivos (Organización Mundial de la Salud 2018).

A nivel mundial, la prematuridad es la primera causa de mortalidad en los niños menores de cinco años. En casi todos los países que disponen de datos fiables al respecto, las tasas de nacimientos prematuros están aumentando (Organización Mundial de la Salud 2018).

Los signos físicos permiten calcular la edad de gestación al nacer. El sistema más utilizado es la puntuación de Ballard, posee una exactitud de ± 2 semanas, esta valora los criterios físicos de madurez y los criterios de madurez neuromuscular (Kliegman et al. 2013).

Edad corregida es la edad que tendría el niño si hubiera nacido el día que cumplía las 40 semanas de edad gestacional. Esta corrección se realiza para la valoración del peso, talla, perímetro cefálico, cociente de desarrollo y adquisiciones motoras hasta los 2 años cumplidos de edad corregida (Jibaja 2018).

1.2 Factores de Riesgo en el Prematuro

Desde la perspectiva del neurodesarrollo, la etapa perinatal se considera un periodo crítico debido a la vulnerabilidad del sistema nervioso ante múltiples factores; que se interrelacionan e incrementan la probabilidad de ocasionar alteraciones que suelen manifestarse a corto o largo plazos (Sánchez et al. 2014).

En el recién nacido prematuro, la inmadurez fisiológica y sus características clínicas constituyen factores de riesgo de importancia; es por esto por lo que el prematuro es un ser susceptible de daño y que puede presentar complicaciones que pudieran afectar su neurodesarrollo (Sánchez et al. 2014).

Se clasifica a los riesgos de ocurrencia de problemas en el desarrollo como riesgos biológicos y riesgos ambientales (Figueiras et al 2011).

1.2.1 Factores de Riesgo Biológicos

Los riesgos biológicos son eventos pre, peri y postnatales, que resultan en la probabilidad de daño en el desarrollo neonatal (Figueiras et al 2011).

Los principales sistemas que pueden verse alterados por la inmadurez en su función y desarrollo son los sistemas cardiopulmonares, digestivo, la función renal y los mecanismos de termorregulación; estos ocasionan variaciones en la irrigación cerebral, afectan el aporte de oxígeno y glucosa al sistema nervioso, propician alteraciones en los procesos metabólicos y en consecuencia pueden causar daño estructural o funcional (Sánchez et al. 2014).

1.2.1.1 Inmadurez Cardiovascular

La patología más frecuentemente identificada debido a la incapacidad del sistema nervioso autónomo para mantener un adecuado tono vascular es la hipotensión arterial, además de alta prevalencia de persistencia del ductus arterioso se atribuye a la relajación del conducto arterioso inmaduro debido al metabolismo ineficiente de la prostaglandina E2, a la insensibilidad del aumento de la oxigenación y a la caída anticipada de la presión pulmonar que hace que el shunt izquierda derecha se establezca precozmente (Jibaja 2018).

1.2.1.2 Inmadurez Pulmonar

La inmadurez de las células neuronales y la debilidad de la musculatura respiratoria, producen un pulmón inmaduro, déficit de síntesis de surfactante y aumento del grosor de la membrana alveolocapilar (Sánchez et al. 2014).

A su vez la vascularización pulmonar tiene un desarrollo incompleto con una capa muscular arteriolar de menor grosor y disminución del número de capilares alveolares, todo esto culmina en disfunción pulmonar ameritando la mayoría de prematuros apoyo ventilatorio y basado en la evolución clínica pueden presentarse complicaciones a corto y largo plazo como broncodisplasia pulmonar y retinopatía del prematuro (Jibaja 2018).

1.2.1.3 Inmadurez Neurológica

La inmadurez del sistema nervioso central y la escasa capacidad de adaptación postnatal al tener un orden madurativo fijo, una estructura anatómica con fragilidad vascular a nivel de la matriz germinal, escasa migración neuronal, pobre mielinización de la sustancia blanca y crecimiento exponencial de la sustancia gris y la susceptibilidad a la hipoxia, a los cambios de la osmolaridad y tensionales, hacen que el sangrado a nivel subependimario sea frecuente con la obtención de la hemorragia intraventricular y enfermedad hipoxicoisquémica (Jibaja 2018).

1.2.1.4 Inmadurez Metabólica

La termorregulación está afectada en los pacientes prematuros por un metabolismo basal bajo con escasa producción de calor, disminución de la reserva grasa corporal, un aumento de la superficie cutánea relativa y deficiente control vasomotor, que condicionan una conducta con mayor tendencia a la hipotermia que a la hipertermia (Báez 2018).

La postura en extensión, en especial en los más prematuros, favorece también la pérdida de calor por el aumento de superficie corporal expuesta al frío en relación con una mayor conductancia térmica, lo que puede producir hipotermia e inducir múltiples efectos adversos, como la alteración del tono vasomotor pulmonar, anomalías en el flujo sanguíneo cerebral, hipoglucemia, hipoxia, desequilibrio ácido base, hipotensión e hipovolemia (Báez 2018).

1.2.1.5 Inmadurez Gastrointestinal

Debido a la inmadurez gastrointestinal los pacientes prematuros poseen un riesgo elevado de broncoaspiración con sus consecuentes complicaciones debido a la inmadurez del esfínter esofágico inferior y deficiente reflejo de succión y deglución. La deficiente motilidad intestinal que lleva a los trastornos de tolerancia gástrica, reflujo gastroesofágico y evacuación lenta (Báez 2018).

Además, se evidencia que existen factores agravantes como los madurativos vasculares, hipoxemia e infecciones para la presentación de la patología gastrointestinal más prevalente relacionada a la prematuridad como es la enterocolitis necrotizante (Jibaja 2018).

1.2.1.6 Inmadurez Inmunológica

El recién nacido prematuro tiene el sistema inmune específico e inespecífico ineficaz lo que le da vulnerabilidad en la barrera cutánea, mucosa e intestinal, disminución de la reacción inflamatoria (Jibaja 2018).

La susceptibilidad del recién nacido prematuro ante procesos infecciosos depende de la edad gestacional y su experiencia inmunitaria. La inmunidad inespecífica o general es ineficaz; la inmunidad específica muestra una disminución de la IgG que es de transferencia materna, con práctica ausencia de IgA e IgM; la respuesta de la inmunidad celular es relativamente competente, la incapacidad de limitar la infección, hace que la infección neonatal sea sinónimo de sepsis, donde existe un proceso inflamatorio sistémico causado por la diseminación sanguínea de microorganismos patógenos (Báez 2018).

1.2.2 Factores de Riesgo Ambientales

Las experiencias relacionadas a la familia, al medio ambiente y a la sociedad, son consideradas como riesgos ambientales del prematuro (Sánchez et al. 2014).

El recién nacido prematuro es más susceptible a cambios fisiológicos; en virtud de su inmadurez sistémica, que a su vez dificulta la adaptación al medio ambiente; si a esta situación se añade la exposición a un ambiente nocivo, con múltiples intervenciones causantes de estrés y desorganizado como lo es el medio ambiente extrauterino en contraste con el medio ambiente intrauterino el cual es un mundo carente de luz proveedor de calor, con movimientos rítmicos y organización (Báez 2018).

Es así como, entre los factores de riesgo para el prematuro se encuentran la exposición a cambios de la temperatura ambiental que producen inestabilidad fisiológica al ruido excesivo, la iluminación continua y fluorescente, así como la exposición a múltiples procedimientos invasivos, manipulación excesiva y separación de la madre (Báez 2018).

La capacidad del recién nacido para organizar su conducta y adaptarse al medio es limitada y es incapaz de rechazar estímulos desfavorables. Los estímulos inapropiados que un niño recibe durante su estancia en la unidad neonatal pueden tener como resultado la inhibición del neurodesarrollo e interferir en su diferenciación morfológica y funcional (Sánchez et al. 2010).

1.2.3 Factores de Riesgo y de Lesión Neurológica

Las lesiones del sistema nervioso central (SNC) son una causa importante de mortalidad neonatal y de morbilidad a corto y largo plazo. El daño del SNC puede deberse a hipoxia, asfixia, hemorragia, traumatismos, hipoglucemia o citotoxicidad directa. Las complicaciones perinatales agudas, la inestabilidad hemodinámica posnatal y las anomalías del desarrollo que pueden ser genéticas y medioambientales, o ambas también son causas de lesión (Kliegman et al. 2013).

1.2.3.1 Alteraciones Metabólicas

Ya que el prematuro depende en gran medida de su disponibilidad de oxígeno y glucosa y por ende la disminución del aporte de uno o ambos elementos altera el metabolismo del sistema nervioso, en el prematuro las reservas de glucógeno son mínimas y por ello hay

mayor riesgo de bajas cifras de glucemia con alteración rápida del funcionamiento del sistema nervioso, el grado y duración de la hipoglucemia o hipoxemia determinan la aparición de alteraciones posteriores en el desarrollo (Báez 2018).

Un factor importante para el aporte de oxígeno y glucosa al sistema nervioso es la circulación cerebral, que está determinada por el pH, potasio, oxígeno, osmolaridad y calcio. La disminución del pH, el aumento de las concentraciones de potasio, la hipoxemia y el incremento de la osmolaridad propician un mayor flujo sanguíneo cerebral, por el contrario, el aumento de las concentraciones de calcio hace que descienda (Báez 2018).

1.2.3.2 Encefalopatía Hipóxico-Isquémica (EHI)

Se define como hipoxia a la disminución de la concentración arterial de oxígeno e isquemia a la situación en la que el flujo sanguíneo que llega a las células o a los órganos insuficiente para que funcionen con normalidad (Kliegman et al. 2013).

Tras un episodio de hipoxia e isquemia se produce un metabolismo anaeróbico, lo que genera grandes cantidades de lactato y fosfatos inorgánicos. En el tejido lesionado se acumulan aminoácidos excitadores y tóxicos, sobre todo glutamato que puede ocasionar la muerte neuronal inmediata o tardía, la hiperoxigenación posterior al periodo de asfixia también puede contribuir al daño neuronal. El aumento de las cantidades de sodio y calcio intracelular produce inflamación tisular y edema cerebral celular citotóxico (Kliegman et al. 2013).

La encefalopatía es un síndrome adquirido que presenta manifestaciones clínicas consecutivas a periodos prolongados de asfixia, la edad gestacional influye en el tipo de lesión, dado que el cerebro del prematuro tiene mayor probabilidad de sufrir lesión de la sustancia blanca periventricular, status marmoratus de los ganglios basales y hemorragia interventricular (Báez 2018).

Durante las primeras horas después de un cuadro los neonatos tienen un nivel de conciencia deprimido, presentan respiración periódica con apnea o bradicardia, pero las funciones nerviosas de los pares craneales, las respuestas pupilares y movimientos oculares espontáneos no suelen afectarse. Se presentan con frecuencia convulsiones en casos de lesión extensa y la hipotonía también es una manifestación inicial. La gravedad

de la encefalopatía neonatal depende de la duración y del momento de aparición de la lesión. Los síntomas se desarrollan durante unos días, por lo que es importante realizar exploraciones neurológicas seriadas. (Kliegman et al. 2013)

1.2.3.2.1 Leucomalacia Periventricular

La característica central de la encefalopatía del prematuro es leucomalacia periventricular (LPV). Esta lesión es la principal componente de materia blanca de la encefalopatía y se define como necrosis periventricular focal asociada con más difusa gliosis reactiva y activación microglial en el entorno materia blanca cerebral. Así LPV tiene dos componentes, focal y difuso (Kinney et al. 2017).

Los focos necróticos probablemente representan un infarto central con destrucción de todos los elementos celulares, mientras que la respuesta astrocítica y microglial en la materia blanca circundante representa menos severa y lesión isquémica potencialmente reversible (Kinney et al. 2017).

La gliosis reactiva en LPV es preferentemente localizada en las profundidades en contraposición a la sustancia blanca y por lo tanto, puede definir una lesión en los campos vasculares distales de la materia blanca cerebral. La microglía activada también se ajusta a esta distribución regional, mientras que los macrófagos son prominentes en los focos necróticos organizadores de las regiones periventriculares. Ambos astrocitos y microglia / macrófagos producen inflamación citocinas y estudios inmunocitoquímicos en LPV demuestran aumento de la expresión de citoquinas dentro de ellos como un distintivo característica de la histopatología (Kinney et al. 2017).

1.2.3.2.2 Lesión de Materia Gris

La pérdida neuronal y / o la gliosis son las características histopatológicas de la lesión de la sustancia gris en la encefalopatía del prematuro y ocurren en prácticamente todos los sitios de materia gris, aunque en variables combinaciones (Kinney et al. 2017).

La incidencia de pérdida neuronal, evaluada semicuantitativamente en secciones de tejido, es 38% en el tálamo, 33% en el globo pálido e hipocampo, y 29% en el núcleo dentado cerebeloso. La pérdida es más común que la pérdida neuronal y la gliosis combinadas, que ocurren en el tálamo (56% de los casos de LPV), globo pálido (60%),

hipocampo (47%), base pontis (100%), oliva inferior (92%) y tegmento del tronco encefálico (43%) (Kinney et al. 2017).

1.2.3.3 Hemorragia Interventricular

Hemorragia de la matriz germinal o hemorragia intraventricular (HIV) es la variedad más común de hemorragia intracraneal neonatal y es característica de los prematuros. Su importancia se relaciona no solo con su alta incidencia, sino también a la gravedad esencial de las formas de HIV y sus complicaciones concomitantes (Inder et al. 2017).

La HIV en los prematuros afecta a la matriz germinal subependimaria, esta área periventricular es el foco de origen de las neuronas embrionarias y células gliales fetales que emigran hacia la corteza cerebral. En la matriz germinal los vasos sanguíneos inmaduros, junto con el pobre tejido de soporte vascular existente, predisponen a la aparición de hemorragia en los prematuros, la misma involuciona a medida que el niño se acerca a la gestación a término y mejora la integridad vascular de los tejidos, por lo que la HIV es mucho menos frecuente en el niño nacido a término (Kliegman et al. 2013).

La mayoría de casos se diagnostica entre el primer y el tercer día de vida, regularmente presentan síntomas como hipotensión, apnea, palidez, cianosis, succión defectuosa, signos oculares anormales, llanto agudo y estridente, convulsiones, disminución del tono muscular, acidosis metabólica, choque y disminución del hematocrito (Kliegman et al. 2013).

La HIV se ha clasificado con mayor frecuencia como grados I-IV. El grado I representa hemorragia confinada a la zona subependimaria de la matriz germinal, el grado II tiene hemorragia en los ventrículos laterales sin dilatación ventricular, el grado III es la hemorragia con distensión que resulta en dilatación ventricular y / o hemorragia que ocupa más del 50% del ventrículo, y el grado IV tiene hemorragia intraventricular y parenquimatosa (Inder et al. 2017).

1.2.3.4 Convulsiones Neonatales

Las convulsiones en el recién nacido representan las manifestaciones más frecuentemente distintivas de enfermedad neurológica en el período neonatal (Abend et al. 2017).

Las convulsiones son el resultado de un exceso de electricidad, es decir, despolarización de neuronas dentro del SNC. Se produce la despolarización neuronal por la afluencia de sodio (Na^+), y la repolarización es producida por la salida de potasio (K^+). Una de las causas de la despolarización excesiva puede estar relacionada con una falla de la bomba de sodio-potasio dependiente de ATP impidiendo que la célula mantenga un potencial de membrana estable, así también un exceso de neurotransmisores excitadores puede provocar una despolarización excesiva, la deficiencia relativa de neurotransmisores inhibidores en el cerebro inmaduro puede conducir a una excesiva despolarización (Abend et al. 2017).

Los fenómenos convulsivos en los recién nacidos difieren considerablemente de los observados en adultos, en prematuros y de los recién nacidos a término. En la gran mayoría de las convulsiones neonatales, el inicio eléctrico es focal o multifocal con la propagación de la convulsión que ocurre dentro de un hemisferio y generalización secundaria al hemisferio contralateral sólo en raras ocasiones. Por lo tanto, los recién nacidos rara vez tienen convulsiones tónico-clónicas generalizadas, bien organizadas. Los prematuros tienen convulsiones aún menos organizadas que las recién nacidos a término. Las razones precisas de estas diferencias se relacionan con el desarrollo neuroanatómico y neurofisiológico en el período perinatal (Abend et al. 2017).

1.2.3.5 Hiperbilirrubinemia o Kernicterus

En el período neonatal, numerosos trastornos pueden provocar concentraciones elevadas de bilirrubina no conjugada. Estos incluyen los siguientes: trastornos con aumento producción, principalmente enfermedad hemolítica, secundaria a incompatibilidad de grupo; defectos intrínsecos de los glóbulos rojos o hemoglobina; degradación extravascular (es decir, hemorragia); policitemia; septicemia; trastornos gastrointestinales y por lo tanto aumento de la circulación enterohepática; trastornos de la conjugación de bilirrubina, incluidos los hereditarios y defectos adquiridos (por ejemplo, prematuridad); y alteraciones hormonales (por ejemplo, hipotiroidismo) (Perlman et al. 2017).

Los efectos neurotóxicos se relacionan directamente, no sólo con la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y de las membranas de las células nerviosas a la bilirrubina, sino también con la susceptibilidad neuronal a la lesión (Kliegman et al. 2013).

La encefalopatía bilirrubínica, conocida también como kernicterus, es un síndrome neurológico debido al depósito de bilirrubina no conjugada (indirecta) en los ganglios basales y en los núcleos del tronco del encéfalo (Kliegman et al. 2013).

Los niños suelen manifestar al principio letargo, rechazo al alimento y pérdida del reflejo de Moro; después, disminución de los reflejos osteotendinosos y dificultad respiratoria, esto puede ir seguido de opistótonos, abombamiento de fontanelas, contracturas faciales y de las extremidades y llanto agudo; en estados avanzados presentan espasmos y convulsiones (Kliegman et al. 2013).

CAPÍTULO II

NEURODESARROLLO

2.1 Embriología Neurológica

La particularidad del sistema neurológico reside en que, aunque en su mayor parte está programado genéticamente, pueden producirse cambios funcionales o estructurales por influencias endógenas y exógenas. Para lograr un desarrollo adecuado los estímulos deben presentarse en cantidad, calidad, momento adecuado; por lo que la estimulación fluctuante, a destiempo o la hiperestimulación son tan nocivos como la subestimación (Báez 2018).

El conocimiento de las etapas más relevantes del desarrollo neurológico es indispensable para la comprensión de las lesiones y sus efectos a corto y largo plazo (Báez 2018).

2.1.1 Desarrollo de la Placa Neural

Alrededor de la segunda semana posterior a la fecundación en el embrión están ya presentes y superpuestas, las tres capas germinales de células embrionarias: ectodermo, mesodermo y endodermo. Posteriormente se produce la primera respuesta morfológica obvia del embrión frente a la inducción neural la cual es la transformación del ectodermo dorsal, por el aumento en la altura de las células destinadas a formar los componentes del sistema nervioso en una placa alargada de células epiteliales engrosadas, denominada placa neural (Carlson et al. 2014).

Tras la formación de dicha placa neural, la capa germinal ectodérmica queda subdividida en dos linajes de desarrollo: uno neural y otro no neural (Carlson et al. 2014).

2.1.2 Desarrollo del Tubo Neural

La neurulación se refiere a los eventos inductivos que ocurren en la placa neural que resulta en la formación del tubo neural, que finalmente da lugar a todo el SNC. La neurulación puede dividirse en neurulación primaria (es decir, formación de cerebro y médula espinal hasta el nivel sacro) y neurulación secundaria (es decir, eventos

relacionados con la formación posterior del sacrococcígeo segmentos de la médula espinal). Con fusión de los pliegues neurales, hay separación del ectodermo cutáneo y neural, con el crecimiento de las capas mesodérmicas entre ellos; la temporización de estos eventos sigue de cerca el cierre progresivo del tubo neural (du Plesiss et al. 2017).

La neurulación primaria es una serie de eventos en el ectodermo dorsal del embrión que culmina en la formación del tubo neural y su separación de las otras capas de células germinales. Posteriormente a su formación los bordes laterales de la placa neural se elevan en pliegues neurales, y la línea media de la placa neural invagina. Los pliegues neurales se elevan en dirección dorsomedial, hasta que se encuentran en la línea media para comenzar el cierre del tubo neural (du Plesiss et al. 2017).

El cierre generalmente procede rostralmente para formar el tubo neural anterior (y luego el cerebro) y caudalmente para formar el tubo neural posterior (y luego la médula espinal). Durante el cierre del tubo neural, las células de la región más dorsal se separan del tubo neural para formar la cresta neural, que en a su vez da lugar a las futuras estructuras óseas craneofaciales, dorsal ganglios de la raíz, ganglios sensoriales de los nervios craneales, autonómicos ganglios, células de Schwann y células de la pia y la aracnoides (como así como melanocitos, células de la médula suprarrenal y ciertos elementos esqueléticos de la cabeza y la cara) (du Plesiss et al. 2017).

La neurulación secundaria es el proceso de la formación del tubo neural caudal, que comienza al finalizar la neurulación primaria y, al formar el tubo neural sacrococcígeo restante, completa la formación de tubos neurales (du Plesiss et al. 2017).

2.1.3 Desarrollo del Encéfalo

Alrededor de la cuarta semana, ya se han puesto de manifiesto algunas subdivisiones fundamentales del sistema nervioso primitivo. Se puede reconocer ya la futura médula espinal y el encéfalo, y dentro de éste se visualizan el cerebro anterior (prosencefalo), el intermedio (mesencefalo) y el posterior (rombencefalo). (Carlson et al. 2014)

El desarrollo prosencefálico, el evento principal que sigue a la neurulación, da como resultado estructuras más reconocibles como la forma esencial del sistema nervioso central. El desarrollo del prosencefalo se considera mejor en términos de tres eventos

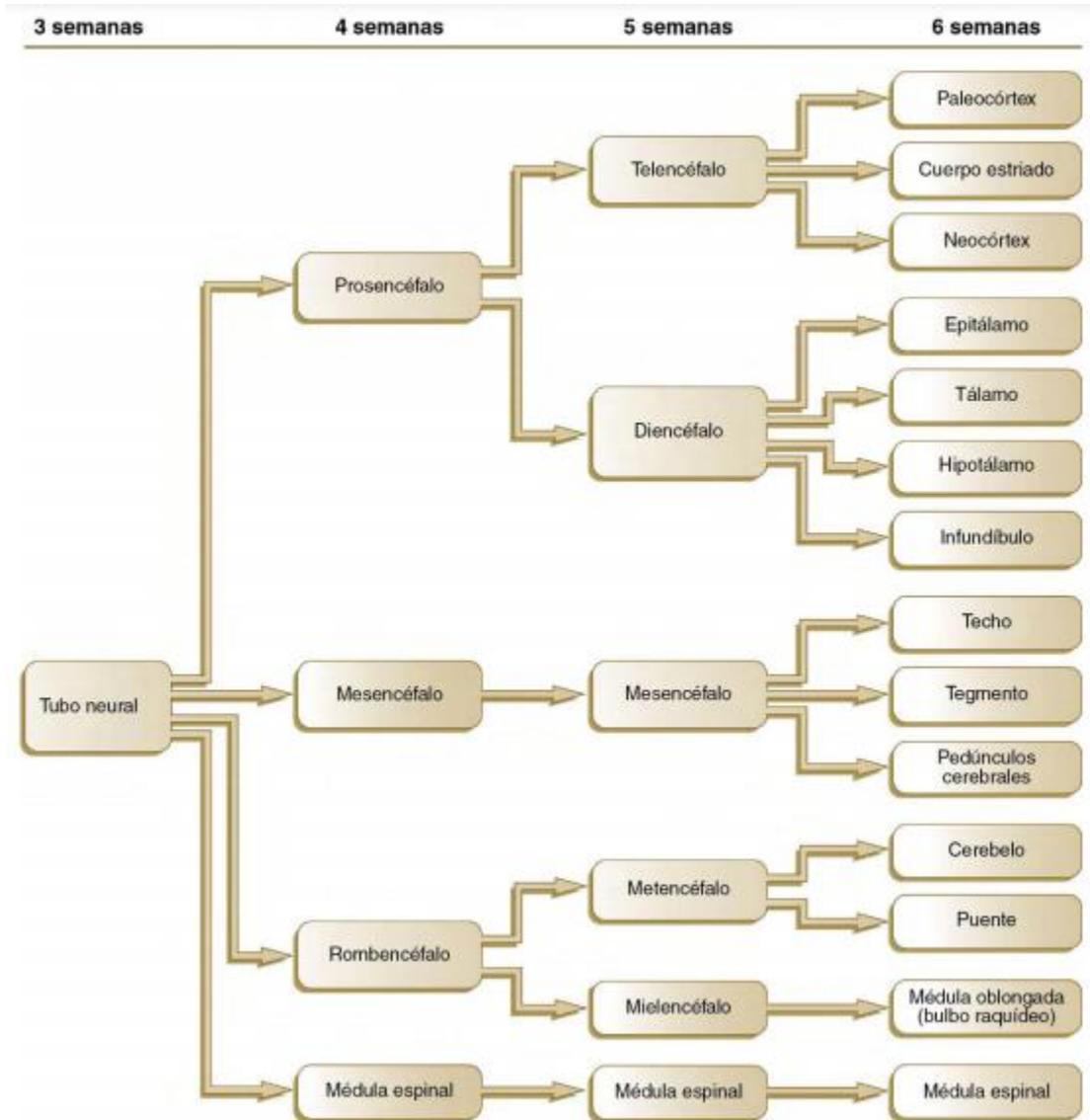
secuenciales (es decir, formación prosencefálica, escisión prosencefálica y desarrollo prosencefálico de la línea media) (du Plessis et al. 2017).

La escisión prosencefálica ocurre más activamente en la quinta y sexta semanas de gestación e incluye tres escisiones básicas del prosencéfalo: (1) horizontalmente, para formar las vesículas ópticas, bulbos olfatorios y tractos emparejados; (2) transversalmente, para separar el telencéfalo del diencefalo; y (3) sagitalmente, para formar, desde el telencéfalo, los hemisferios cerebrales emparejados, los ventrículos laterales y los ganglios basales (du Plessis et al. 2017).

En el desarrollo prosencefálico de la línea media, ocurre desde la segunda mitad del segundo mes hasta el tercer mes, cuando se hacen evidentes tres engrosamientos cruciales o placas de tejido; de dorsal a ventral, estas son las placas comisural, quiasmática e hipotalámica (du Plessis et al. 2017).

El desarrollo de las estructuras prosencefálicas, es el período de tiempo embrionario más crítico para el desarrollo del cerebelo, dicho proceso ocurre en el segundo y tercer mes de gestación. Casi al mismo tiempo, el ángulo mesencefálico aparece en el borde entre el mesencéfalo y el rombencéfalo, la futura unión mesencéfalo-rombencéfalo, la cual define la ubicación de los territorios del ángulo cerebeloso y las estructuras relacionadas (du Plessis et al. 2017).

Posteriormente una serie de eventos proliferativos y migratorios en las matrices germinales a lo largo de la superficie del cuarto ventricular y los labios rómbicos conducen al desarrollo de los hemisferios cerebelosos y el vermis, que se manifiestan entre las 12 y 13 semanas (du Plessis et al. 2017).



Fuente: Embriología humana y biología del desarrollo 5 edición, 2014.

FIGURA 1. Niveles crecientes de complejidad del encéfalo humano en desarrollo.

2.1.4 Desarrollo del Tubo Neural

Al empezar la diferenciación celular en el tubo neural, el neuroepitelio se engrosa y aparece estratificado. La capa celular más próxima a la luz del tubo neural sigue siendo epitelial y se denomina zona ventricular. Esta capa, que todavía contiene células mitóticas,

se acaba convirtiendo en el epéndimo, un epitelio cilíndrico que reviste el sistema ventricular y el conducto central del sistema nervioso central (Carlson et al. 2014).

Más allá de la zona ventricular se encuentra la zona intermedia, en la que se hallan los cuerpos celulares de los neuroblastos posmitóticos en diferenciación. Conforme estos elementos siguen generando prolongaciones axónicas y dendríticas, todas ellas forman una zona marginal periférica que contiene prolongaciones neuronales pero no somas celulares. Cuando madura la médula espinal, la zona intermedia se convierte en la sustancia gris, donde están situados los cuerpos de las neuronas. La zona marginal se denomina sustancia blanca por el color que producen los numerosos haces de fibras nerviosas mielínicas presentes en esa capa (Carlson et al. 2014).

La formación de un nervio periférico se inicia con el crecimiento de axones a partir de los neuroblastos motores situados en la placa basal de la médula espinal. Cerca de la parte dorsal de la médula espinal, unas delgadas prolongaciones también empiezan a crecer a partir de los neuroblastos derivados de la cresta neural, que se han agregado en forma de ganglios raquídeos (Carlson et al. 2014).

Las dendritas, que conducen los impulsos en dirección al soma de la célula nerviosa, crecen desde las neuronas sensitivas hacia la periferia. Los axones, que alejan los impulsos desde el cuerpo celular, entran por la parte dorsolateral de la médula espinal y terminan en el asta dorsal. Dentro de la sustancia gris, unas interneuronas cortas conectan las terminaciones de los axones sensitivos con las motoneuronas (Carlson et al. 2014).

Estas tres neuronas conectadas (motoras, sensitivas e interneuronas) constituyen un arco reflejo simple, a través del cual se puede traducir un estímulo sensitivo en una respuesta motora sencilla. Dentro de un nervio periférico, las prolongaciones neuronales pueden ser mielínicas o amielínicas. A nivel celular, la mielina es una vaina espiral de cubierta que sirve como un sistema de aislamiento, que determina en gran medida las características del impulso eléctrico (potencial de acción) transmitido a lo largo de las prolongaciones neuronales. Las fibras nerviosas amielínicas también están inmersas en el citoplasma de las células de Schwann, pero no poseen el típico perfil espiral de las prolongaciones mielínicas (Carlson et al. 2014).

2.1.5 Proliferación y Migración Neuronal

Los eventos proliferativos ocurren inicialmente entre los 2 y 4 meses de gestación, con el período de tiempo pico cuantitativamente en el tercer y cuarto mes de gestación. Todas las neuronas y la glía que migran radialmente se derivan de las zonas ventricular y subventricular, presentes en la ubicación subependimaria en todos los niveles del sistema nervioso en desarrollo (Poduri et al. 2017).

Se pueden distinguir dos fases de proliferación celular: la primera, que ocurre aproximadamente entre los 2 y 4 meses de gestación, se asocia principalmente con la generación de neuronas y glía radial, inicialmente como progenitores neuronal-glial que con el tiempo se someten a decisiones de destino celular que las definen como neuronas y células gliales; el segundo, que ocurre desde aproximadamente los 5 meses de gestación hasta 1 año (o más) de vida extrauterina, se asocia principalmente con la multiplicación glial (Poduri et al. 2017).

La migración neuronal se refiere a la notable serie de eventos por los cuales millones de neuronas se mueven desde sus sitios de origen en las zonas ventricular y subventricular hasta los sitios de localización dentro del SNC, donde residirán de por vida. El período de tiempo pico para esta ocurrencia es del tercer al quinto mes de gestación, aunque la migración neuronal puede detectarse en ciertas áreas del cerebro desde el segundo mes y después del quinto mes (Poduri et al. 2017).

La migración radial da lugar a las neuronas de proyección de la corteza, estas neuronas emanan principalmente de la región dorsal de las zonas germinativas subependimarias. En el cerebro, la migración radial de células desde su origen en las zonas ventricular y subventricular es el mecanismo principal para la formación de la corteza y las estructuras nucleares profundas. En el cerebelo, la migración radial causa la génesis de las células de Purkinje, el núcleo dentado y otros núcleos del techo (Poduri et al. 2017).

La migración tangencial de neuronas generadas en el telencéfalo dorsal y ventral, da como resultado las interneuronas que expresan ácido gamma-aminobutírico (GABA) de la corteza cerebral. A Estos precursores neuronales migran paralelos a la superficie de la corteza y avanzan en una de las tres corrientes antes del movimiento radial terminal para llegar a la placa cortical (Poduri et al. 2017).

2.1.6 Mielinización

La mielinización se caracteriza por la adquisición de membrana de mielina especializada alrededor de los axones. El período de tiempo de mielinización en el ser humano es extenso, comenzando en el segundo trimestre del embarazo y continúa hasta la vida adulta. El proceso de mielinización comienza con la proliferación de oligodendroglia, que se alinean a lo largo de los axones. Las membranas plasmáticas de la oligodendroglia se elaboran como la membrana de mielina del SNC (Kinney et al. 2017).

La mielinización en el cerebro comienza antes del nacimiento dentro del tronco caudal cerebral y progresa rostralmente al prosencéfalo, el período más rápido de mielinización ocurre dentro de los primeros 2 años de vida posnatal. Es durante este crítico período en el que la mielina se deposita, con el último sitio para mielinizar las fibras intracorticales de la corteza cerebral, donde la mielinización se extiende constantemente hacia la tercera década de vida. Este proceso indica que el niño nace con un cerebro en pleno crecimiento y desarrollo, por tanto el prematuro está en un periodo vulnerable en el que se puede producir daños que dan lugar a la pérdida de funciones adquiridas y con mucha mayor frecuencia a la no adquisición, retraso o desviación en la adquisición de habilidades (Kinney et al. 2017).

2.2 Neuroplasticidad

La plasticidad neuronal, neuroplasticidad, representa la capacidad del SNC de cambiar y generar nuevos patrones de respuesta que facilitan una adaptación rápida y duradera al ambiente como resultado de activaciones sucesivas (Garcés-Vieira et al. 2014).

Tal reactividad permite que se puedan experimentar cambios reorganizacionales mediante varios mecanismos de orden eléctrico, genético, estructural, bioquímico y funcional, por tanto, es un proceso continuo de remodelación de mapas neurosinápticos (Garcés-Vieira et al. 2014).

Hasta el momento se conocen dos mecanismos de neuroplasticidad, la potenciación a largo término y la depresión a largo término, procesos indispensables para consolidar la memoria y el olvido (Garcés-Vieira et al. 2014).

Asimismo, como en los cambios en la sinapsis las terminales axónicas también pueden redistribuirse para aumentar el campo de influencia, al presentarse apoptosis neuronal, las que permanecen pueden aumentar sus campos de influencia para resolver, en parte el poder de procesamiento perdido (Báez 2018).

Todos los tipos de aprendizajes como el lenguaje, motor, emocional, social; modifican las conexiones nerviosas cerebrales especialmente en la infancia temprana aunque continúan modificándose hasta la adultez. Esto implica la necesidad de calidad del entorno temprano del niño (Alarcón 2019).

CUADRO 1. Mecanismos biológicos de plasticidad neuronal.

Mecanismos de plasticidad en las redes neuronales	Mecanismos de plasticidad en las sinapsis
<ul style="list-style-type: none"> • Actividad en vías neuronales parcialmente indemnes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modulación neuronal de la señalización intracelular.
<ul style="list-style-type: none"> • Reclutamiento de redes paralelas no ordinariamente activas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brotes dendríticos.
<ul style="list-style-type: none"> • Reclutamiento de subcomponentes en redes distribuídas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brotes axonales y dendríticos de colaterales ilesas.
<ul style="list-style-type: none"> • Modulación de la excitabilidad de subredes por neurotransmisores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración axonal.

Fuente: Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos, 2014.

2.3 Teoría Interactiva

El desarrollo integral en la infancia es fundamental para el desarrollo y la construcción de capital humano y social. El modelo del desarrollo humano parte del concepto a través del cual los ambientes (micro y macro) y entornos con los que interactúan (Figueiras et al. 2011).

La teoría “interactiva” postula que los recién nacidos humanos forman activamente su propio desarrollo y el mismo está dado en gran medida por su capacidad de atención-interacción y su relación con el entorno y quienes lo cuidan. Todos aquellos estímulos que no sean acordes penetran y desorganizan los sistemas del organismo, mientras que los apropiados mantienen y promueven la integración funcional y el crecimiento del prematuro (Báez 2018).

La teoría interactiva proporciona un marco para conocer la conducta del prematuro, según la cuales; las conductas del niño se interpretan de acuerdo con cuatro subsistemas de funcionamiento (Báez 2018).



Fuente: Manual para la vigilancia del desarrollo infantil (0-6años) en el contexto de AIEPI, 2011.

FIGURA 2. Modelo interactivo de los determinantes del desarrollo

El subsistema autonómico regula el funcionamiento de los órganos vitales del cuerpo. Es observable a través de patrones respiratorios, del color, de patrones motrices relacionado con la inestabilidad autonómica y de conductas viscerales y respiratorias (Báez 2018).

El subsistema motor comprende y otorga especial importancia al tono facial, del tronco y al de las extremidades, así como a las posturas de flexión y extensión (Báez 2018).

El subsistema de conductas relativas al estado determina en qué nivel de conciencia está el recién nacido mediante varias configuraciones de comportamiento que comprenden los movimientos de los ojos, la apertura ocular, las expresiones faciales, la motricidad gruesa, las respiraciones, y los aspectos del tono (Báez 2018).

El subsistema de atención- interacción manifiesta la capacidad del recién nacido para atender con interés a los estímulos, inhibiendo los movimientos de su cuerpo que pudiesen interferir con su atención (Báez 2018).

2.4 Autoregulación

La autorregulación es la presencia y capacidad que tiene el recién nacido de mantener el balance entre los cuatro subsistemas con su propio esfuerzo, se presenta a partir de las 32-35 semanas de gestación (Báez 2018).

En el recién nacido a término los subsistemas están maduros, integrados, sincronizados y funcionan uniformemente mientras que los prematuros son incapaces de manejar los estímulos ambientales, respondiendo de forma hiperactiva y con mala tolerancia a estímulos mínimos, como consecuencia presentan pérdida de control y respuestas de estrés (Báez 2018).

Teniendo en cuenta los subsistemas arriba mencionados, el bebé prematuro puede mostrar 2 tipos de comportamientos: comportamientos de regulación los cuales aparecen si el estímulo es adecuado en intensidad, complejidad y tiempo; y el comportamiento de estrés que aparece como respuesta a estímulos demasiado complejos, intensos o inapropiados (Báez 2018).

Un recién nacido desorganizado presenta signos de estrés mientras que un recién nacido organizado presenta los signos de autorregulación. Las conductas de extensión, conductas difusas muestran estrés; mientras que las conductas de flexión, conductas claras y definidas, reflejan balance en la autorregulación (Báez 2018).

2.5 Fisiología del Estrés

Ante una situación de estrés, el organismo tiene una serie de reacciones fisiológicas que suponen la activación del eje hipofisiosuprarrenal, compuesto por el hipotálamo, la hipófisis y las glándulas suprarrenales; y del sistema neurovegetativo que es un conjunto de estructuras nerviosas que se encarga de regular el funcionamiento de los órganos internos y controla algunas de sus funciones de manera involuntaria e inconsciente (Báez 2018).

2.5.1 Eje Hipofisiosuprarrenal

Se activa tanto con las agresiones físicas como con las psíquicas y, al activarse, el hipotálamo segrega la hormona liberadora de corticotropina (CRH), que actúa sobre la hipófisis y provoca la secreción de la hormona adenocorticotropina (ACTH), esta secreción incide sobre la corteza de las glándulas suprarrenales, dando lugar a la producción de corticoides que pasan al torrente circulatorio y producen múltiples efectos en órganos blanco (Báez 2018).

Los corticoides que se liberan debido a la ACTH son: los glucocorticoides de ellos el más importante es el cortisol que facilita la excreción de agua y el mantenimiento de la presión arterial, provoca el aumento de la glicemia sérica, produce un aumento de calcio, fosfatos liberados por los riñones, y de lípidos; los andrógenos estimulan el desarrollo de las características secundarias masculinas y estimulan el aumento tanto de la fuerza como de la masa muscular (Báez 2018).

2.5.2 Sistema Neurovegetativo

Produce la secreción de catecolaminas como la adrenalina segregada por parte de la médula suprarrenal, especialmente en casos de estrés psíquico y de ansiedad (Báez 2018).

La noradrenalina segregada por las terminaciones nerviosas simpáticas, aumentando su concentración principalmente en el estrés de tipo físico, en situaciones de alto riesgo o de agresividad. Estas hormonas son las encargadas de poner el cuerpo en estado de alerta preparándolo para luchar o huir, son las que permiten enlazar el fenómeno del estrés con los fenómenos psicofisiológicos de la emoción (Báez 2018).

Ambas intervienen en los siguientes procesos: Dilatación de las pupilas, Dilatación bronquial, movilización de los ácidos grasos, pudiendo dar lugar a un incremento de lípidos en sangre, aumento de la coagulación, incremento del rendimiento cardíaco que puede provocar hipertensión arterial, vasodilatación muscular y vasoconstricción cutánea, reducción de los niveles de estrógenos y testosterona, inhibición de la secreción de prolactina, incremento de la producción de tiroxina que favorece el metabolismo energético, la síntesis de proteínas (Báez 2018).

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DEL NEURODESARROLLO

La evaluación de los hitos del desarrollo en el niño permite estimar que el desarrollo cerebral está ocurriendo dentro de un marco apropiado, por tanto, es muy importante conocer los parámetros mínimos de evaluación del desarrollo para cada edad (Medina et al. 2015).

Para que el niño logre todo su potencial de desarrollo es necesario estar atento a su evolución normal y a los factores que puedan intervenir en esta evolución (Figueiras et al. 2011).

Se conoce como neurodesarrollo normal al niño que ha alcanzado los hitos de desarrollo correspondientes a su grupo de edad, no tiene ninguna señal de alarma y ninguna alteración en el examen neurológico (Flores 2013).

3.1 Reflejos

Los reflejos son reacciones automáticas desencadenadas por estímulos que reciben diversos receptores de los cinco sentidos del cuerpo favoreciendo la adecuación del hombre al medio (Márquez et al. 2018).

Los reflejos primitivos son modelos de movimientos que se producen durante la vida fetal y son decisivos en la supervivencia del recién nacido. Son la expresión más primitiva de la postura y de la actividad y se modifican en el transcurso de la maduración, integrándose en actividades más complejas (Márquez et al. 2018).

Los reflejos primitivos se clasifican como: reflejos de sobrevivencia, reflejos posturales y reacciones posturales (Márquez et al. 2018).

CUADRO 2. Reflejos de Supervivencia

Reflejo	Descripción	Aparición	Inhibición
Búsqueda	Consiste en estimular la mejilla o la zona peribucal del bebé, el cual responde volviendo la cabeza hacia el lado en que se aplica el estímulo, como si buscara el pezón de la madre.	Recién Nacido.	3 a 6 meses de edad.
Succión	Es el movimiento rítmico y coordinado de la lengua y de la boca del bebé que aparece al colocar el pezón o cualquier otro objeto dentro de ella.	26 a las 32 semanas de gestación.	4 a 6 meses de edad.
Deglución	Al tragar saliva o algún líquido se presenta de manera secuencial a la succión.	26 a las 32 semanas de gestación.	Persiste toda la vida.
Nauseoso	Se provoca estimulando la pared posterior faríngea ocasionando una contracción de los músculos de la garganta y extensión de la lengua.	Recién nacido.	Persiste toda la vida.
Liberación	Se presenta colocando al recién nacido en posición prona, ante la sensación de presión de la nariz y boca gira la cabeza dejando libres las vías respiratorias para su respiración.	Recién nacido.	3 meses de edad.

Fuente: Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría, 2018.

CUADRO 3. Reflejos Posturales

Reflejo	Descripción	Aparición	Inhibición
Marcha Automática	Con el niño en posición vertical, cogido por las axilas, con los pies en contacto en una superficie lisa y dura, se inclina ligeramente hacia delante, el bebé adelanta alternativamente los pies, como si caminase.	34 semanas de gestación.	3 meses de edad.
Moro	Tiene 3 componentes: Extensión/abducción, Flexión/aducción y Llanto.	24 semanas de gestación.	4 a 6 meses de edad.

Presión Palmar	Al hacer presión palmar sobre la cabeza de los metacarpianos se provoca una fuerte reacción de prensión en los dedos.	Recién nacido.	4 a 6 meses de edad.
Presión Plantar	Al rozar la parte posterior del quinto dedo del pie, los dedos se flexionan, llegando incluso a retener el objeto utilizado para provocarlo.	Recién nacido.	9 a 10 meses de edad.
Babinski	Dorsiflexión del primer dedo del pie, con extensión y separación en abanico de los demás, provocada por un estímulo a lo largo de la parte lateral externa de la planta del pie.	Recién nacido.	6 meses a 2 años de edad.
Babkin	Al hacer presión en la palma de las manos, hay abertura de la boca.	Recién nacido.	6 semanas de edad.
Cocleo- palpebral	Al producir un ruido brusco a una distancia de 25 cm de la oreja explorada la respuesta de niño es con un parpadeo, se realiza bilateralmente. Este reflejo evalúa la audición.	1 mes de edad.	Toda la vida.
Óptico- facial	Parpadeo ante un haz de luz que se pase por el frente a una distancia de 25 cm.	3 a 4 meses de edad.	Toda la vida.

Fuente: Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría, 2018.

CUADRO 4. Reacciones Posturales

Reacción	Descripción	Aparición	Inhibición
Enderezamiento cervical	Al girar la cabeza a un lado, su cuerpo comienza a girar en bloque hacia el mismo lado.	Recién nacido.	6 meses de edad.
Respuesta a la Tracción	Cuando se obtiene la prensión de los dedos de ambas manos sobre los dedos índices del explorador o una barra del mismo grosor, el niño es capaz de mantenerse suspendido en todo o en parte de su cuerpo.	Recién nacido.	Toda la vida.

Ojo de Muñeca	Cuando se desplaza la cabeza del bebe hacia un lado, los ojos parecen moverse hacia el lado contrario.	Recién nacido.	1 a 2 meses de edad.
Enderezamiento	Haciendo presión sobre la planta de los pies del niño se produce un enderezamiento progresivo desde la zona caudal a la cefálica.	Recién nacido.	3 a 4 meses de edad.
Paracaídas	Teniendo el bebe en suspensión ventral, sujeto de los costados, se le inclina bruscamente hacia abajo y adelante. Como respuesta realiza un movimiento brusco para protegerse de la caída, con extensión de los brazos y abertura de las manos.	6 meses de edad.	Toda la vida.

Fuente: Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría, 2018.

3.2 Hitos del Desarrollo

La adquisición de las diferentes pautas del desarrollo presenta una secuencia similar en la mayoría de los niños estos se conocen como hitos del desarrollo y ocurre en el 95% de la población pediátrica mundial, por lo que son la base de las pruebas neurológicas del desarrollo (Jibaja 2018).

La evaluación de los hitos del desarrollo en el niño permite estimar que el desarrollo cerebral está ocurriendo dentro de un marco apropiado por lo que se describe las cuatro áreas del desarrollo motor, sensorial, lenguaje, social (Jibaja 2018).

3.2.1 Desarrollo Motor

El desarrollo motor involucra la adquisición de habilidades progresivas que permiten mantener un adecuado control postural, desplazamiento y destreza manual. Para ello, se requiere la aparición y desaparición de los reflejos controlados por los niveles inferiores del SNC que permiten respuestas posturales y motoras funcionales y voluntarias (Medina et al. 2015).

El desarrollo motor grueso se produce en sentido cefalocaudal, y se refiere a los cambios de posición del cuerpo y la capacidad de control que se tiene sobre este para mantener el equilibrio, la postura y el movimiento, con lo cual se logra controlar la cabeza, sentarse sin apoyo, gatear, caminar, saltar, correr, subir escaleras, etc. El desarrollo motor fino se produce en sentido próximo distal, y está relacionado con el uso de las partes individuales del cuerpo, como las manos; lo cual requiere de la coordinación óculo-manual para poder realizar actividades como tomar juguetes, hasta llegar a niveles de mayor complejidad como escribir (Jibaja 2018).

CUADRO 5. Hitos del desarrollo motor

Edad	Motor Grueso	Motor Fino
3 meses	Control cefálico.	Toma objetos en la línea media.
6 meses	Se mantiene sentado.	Transfiere objetos de una mano a la otra.
9 meses	Se sienta por sí solo y gatea.	Pinza gruesa o inmadura.
12 meses	Camina.	Pinza fina o madura.
18 meses	Sube escaleras.	Torres de dos o tres cubos.
24 meses	Baja escaleras y corre.	
24 – 36 meses	Salta en dos pies.	
36 – 48 meses	Salta en un pie.	Ata pasadores.

Fuente: Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años, 2015.

3.2.2 Desarrollo Sensorial

Los procesos sensoriales son capacidades que nos permiten relacionarnos con el entorno, se recibe información a través de los receptores sensoriales que pueden ser visuales, auditivos o táctiles, esta información se convierte en sensación para poder organizarla e interpretarla a través de otra habilidad denominada la percepción, luego se transmite la información mediante el llanto, la sonrisa, o la expresión de emociones (Jibaja 2018).

3.2.2.1 Desarrollo Visual

Es el sistema visual proporciona la mayor información sobre el mundo exterior. Al nacer, la retina se completamente desarrollada y es por esto que la percepción de la luz es

posible, mientras que el cristalino aún esta inmaduro, por lo que el enfoque visual es reducido (Medina et al. 2015).

A pesar de que el recién nacido mantiene los ojos cerrados la mayor parte del tiempo, va a fruncir los parpados frente al estímulo de un foco luminoso y será capaz de fijarse en un punto de luz, a pesar de que esta sea borrosa. La visión de colores es restringida, tal vez solo una gama de grises, de baja nitidez (Medina et al. 2015).

En el primer mes de vida, mejora la agudeza visual, la cual será nítida a una distancia de 25 a 30 centímetros, justamente la distancia del pecho hasta la cara de la madre, el recién nacido puede mirar la cara de la madre pero no la reconoce hasta los 3 meses de edad. Durante el segundo mes de vida fija la mirada, sigue objetos en movimiento, establece la convergencia ocular, no diferencia colores, solo contrastes blancos y negros. Al tercer mes de vida desplaza la mirada de un objeto a otro, reconoce el color rojo, gira la cabeza siguiendo estímulos que le parezcan interesantes, se mira las manos, se interesa por juguetes cercanos. En el cuarto mes ve objetos a distancias variables, percibe detalles pequeños, tiene una capacidad visual cercana al adulto (Medina et al. 2015).

3.2.2.2 Desarrollo Auditivo y del Lenguaje

Es el sistema auditivo es el más importante para el desarrollo del lenguaje, el estímulo, las ondas sonoras, ingresan por el conducto auditivo externo, luego al oído medio y, por último, al oído interno, desde donde serán transmitidas, mediante un impulso nervioso, por el nervio auditivo hacia la corteza cerebral del lóbulo temporal; donde será procesado el estímulo para la emisión de una respuesta (Medina et al. 2015).

El recién nacido es sensible a la intensidad de los sonidos, se sobresalta, incluso desde antes de nacer, no localiza ni dirige su cabeza hacia el estímulo sonoro, prefiere la voz humana. Al segundo mes, localiza mejor la fuente sonora y empieza a interesarse por los sonidos e identificar voces familiares. Desde el tercer mes vuelve la cabeza al sonido, empieza a diferenciar la voz humana de otros sonidos. Durante el cuarto mes adquiere agudeza y madurez auditiva logrando identificar y localizar la dirección exacta del sonido (Medina et al. 2015).

El lenguaje es un fenómeno cultural y social que usa símbolos y signos adquiridos, los cuales permiten la comunicación con los demás, esta destreza se aprende naturalmente y se convierte en pieza fundamental de la comunicación al ayudar a expresar emociones, pensamientos e ideas (Jibaja 2018).

El desarrollo del lenguaje dependerá de la interacción de diferentes factores, como las relaciones afectivas e intelectuales del niño, se pueden reconocer las siguientes formas de lenguaje: el lenguaje gestual con recepción por la vía visual y emisión a través de gestos o muecas faciales y manuales; el lenguaje verbal con recepción por vía auditiva y emisión a través del habla; y el lenguaje escrito con recepción visual por medio de la lectura y emisión a través de la escritura (Jibaja 2018).

CUADRO 6. Hitos del desarrollo del Lenguaje

Edad	Características
Recién Nacido	Llanto.
3 meses	Gutureo y vocalizaciones.
6 meses	Silabeo.
9 meses	Balbucéo (bisilábico).
12 meses	Palabreo.
18 meses	Parloteo (intentos de hablar corrido).
34 meses	Fraseo (une dos palabras).
30 meses	Oraciones.

Fuente: Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años, 2015.

3.2.2.3 Desarrollo del Tacto, Gusto y Olfato

El tacto es el sentido con desarrollo más precoz, desde etapas muy tempranas, durante la séptima semana de la gestación, cuando empieza a sentir sensaciones en el contorno de la boca, luego en el rostro completo y, finalmente, en ambos pies y el tronco, alrededor de las veinte semanas de gestación sentirá en todo el cuerpo (Medina et al. 2015).

Este sentido es importante no solo para el desarrollo de los reflejos primarios, sino que los receptores ubicados en músculos, tendones, articulaciones y el aparato vestibular, llevarán la información a la corteza cerebral y al cerebelo, para poder percibir el tono muscular, los movimientos, la disposición de los miembros, y la posición en el espacio; todo esto es importante para desarrollar el equilibrio (Medina et al. 2015).

Desde el útero las papilas gustativas funcionan, y posterior al nacimiento se podrá diferenciar lo dulce de lo ácido y amargo, con preferencia por el sabor dulce. Al cuarto mes; aceptará sabores salados, siempre utilizando el olfato (Medina et al. 2015).

El recién nacido tiene el olfato desarrollado y podrá diferenciar olores agradables y desagradables, con preferencia por los olores conocidos como el de la madre (Medina et al. 2015).

3.2.3 Desarrollo Social

Los gestos sociales, una vez desarrollados, se mantienen en menor o mayor grado a lo largo de la vida, empleándose cada vez que interactuamos con otras personas (Medina et al. 2015).

Un recién nacido es capaz de mirar y fijar la mirada en los ojos de las personas, en especial de su madre; a los 3 meses presenta la aparición de la sonrisa social; a los 6 meses establece la risa social: mira a los ojos, sonrío y se río espontáneamente, alza las manos, le gusta que lo carguen. A los 9 meses dice adiós con la mano, imita gestos faciales, siempre mirando a los ojos, mueve las manos cuando quiere algo, toca su imagen en el espejo, experimenta ansiedad o angustia ante los extraños (Medina et al. 2015).

A los 12 meses, señala; fija la mirada en una persona, estira el brazo y señala lo que quiere, reconoce su nombre, demuestra afecto, abraza y le gusta que lo abracen, apoya su cara en otra cara, sonrío y río. Llegados los 15 meses responde cuando lo llaman por su nombre (verbal o visualmente), a los 18 meses trae objetos para mostrarlos, reconoce y señala partes de su cuerpo, fija la mirada, sonrío y se río. A los 24 meses disminuye la ansiedad ante los extraños, se interesa por otros niños, quiere jugar con ellos, imita las tareas domésticas y desarrolla el juego simbólico (Medina et al. 2015).

CUADRO 7. Hitos del desarrollo social

Edad	Gestos Sociales
Recién Nacido	Mira.
3 meses	Sonríe.
6 meses	Ríe.
9 meses	Imita.
12 meses	Señala.
15 meses	Voltea.
18 meses	Muestra.
24 meses	Juega.

Fuente: Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años, 2015.

3.3 Signos de Alarma

Existen algunos parámetros o signos que permiten identificar alteraciones relevantes en el neurodesarrollo, como son la falla en el progreso del desarrollo a una edad determinada, el desarrollo asimétrico del movimiento, tono o reflejos, la pérdida de habilidades previamente adquiridas, y la pobreza de interacción social y psicoafectividad (Figueiras et al. 2011).

Algunas alteraciones pueden ser notorias desde edades muy tempranas como el pulgar cautivo, dominancia establecida antes del primer año, persistencia de reflejos primitivos, anormalidades persistentes del tono muscular y demora en la aparición de reflejos (Figueiras et al. 2011).

Los signos de alarma son datos que pueden ser observados durante la evaluación de las conductas del desarrollo, que implican cambios o modificaciones cualitativas y que se expresan pasiva o activamente al realizar una conducta. Se asocian habitualmente a alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso, por lo que se denominan de Alarma. Señalan una posible alteración de las funciones nerviosas (Alvarado et al. 2018).

3.4 Diagnóstico de las alteraciones del desarrollo infantil

La identificación de los problemas del desarrollo del niño por parte del profesional de salud o de la propia familia depende de varios aspectos, pues al identificar alteraciones cuanto mayor es la gravedad de la alteración mayor es la facilidad y rapidez de su diagnóstico (Figueiras et al. 2011).

Los trastornos del desarrollo constituyen un reto para los diferentes niveles de atención médica, primaria y especializada, debido a que requieren del reconocimiento precoz, evaluación apropiada, diagnóstico certero, determinación de etiología y la implementación de intervenciones necesarias y predicción de la evolución final (CNPSS 2013).

Con las recomendaciones recientes de la Academia Americana de Pediatría sobre la aplicación sistemática de pruebas de tamizaje del neurodesarrollo han propiciado un aumento en la demanda de pruebas que posean sensibilidad, especificidad y validez sólida (Romo et al. 2012).

El tamizaje del desarrollo es un proceso de control metodológico del desarrollo de los niños aparentemente normales, con el objetivo de identificar a aquellos con alteraciones de desarrollo, utilizando pruebas o escalas, exámenes y otros procedimientos. Las pruebas de tamizaje, puestas a disposición del médico de primer contacto, se caracterizan por ser instrumentos sencillos, cuya aplicación sea de corta duración y cuyos resultados sean confiables (Flores 2013).

El niño de riesgo neurológico es un niño “normal”, que por sus antecedentes prenatales, perinatales, posnatales o ambientales tiene mayor probabilidad estadística de presentar déficit neurológico motor, sensorial y cognitivo por lo que deben realizársele dichas pruebas de tamizaje (Figueiras et al. 2011).

La vigilancia del desarrollo se realiza por medio de actividades relacionadas con la promoción del desarrollo normal y la detección de problemas de desarrollo en la atención primaria de la salud; a diferencia de la evaluación del desarrollo que constituye la evaluación más detallada de niños con sospecha de problemas del desarrollo, generalmente es multidisciplinaria y basada en un diagnóstico (Figueiras et al. 2011).

3.5 Trastornos del Desarrollo

El trastorno o alteración del desarrollo, se refiere a una perturbación, cambio en la esencia o patrón anormal del desarrollo (Figueiras 2018).

Dentro del proceso diagnóstico, la administración de pruebas diagnósticas permite cuantificar el nivel de habilidades estableciendo un cociente de desarrollo, que resulta de dividir la edad de desarrollo sobre la edad cronológica, en el caso de confirmar la presencia de retraso o una desviación en el desarrollo, es necesario completar el proceso para caracterizar la enfermedad y determinar su tratamiento (CNPSS 2013).

Las pruebas diagnósticas son en general extensas, obtienen una puntuación estandarizada en relación con normas y requieren un entrenamiento especializado para su administración. Además del cociente de desarrollo, permiten obtener puntuaciones escalares en subdominios, puntuaciones estándar en dominios y global; y puntuación z o percentiles (CNPSS 2013).

3.5.1 Trastornos del Desarrollo Motor

Podemos clasificar estos trastornos en las siguientes categorías: retrasos del desarrollo motor, trastornos neurodegenerativos, y trastornos motores de origen central, neuromuscular u osteoarticular (Medina et al. 2015).

Con retraso en el desarrollo motor se refiere a aquellas condiciones de aparición tardía, o no aparición, de alguna o de todas las destrezas motoras (Medina et al. 2015).

Los trastornos motores neurodegenerativos existe la pérdida de habilidades motoras previamente adquiridas, principalmente aquellas enfermedades de origen metabólico. Entre los trastornos motores de origen en el SNC se incluyen todas las condiciones que ocasionaron daño al sistema nervioso central, ocasionando lesiones motoras persistentes adquiridas en época perinatal, natal y posnatal (Medina et al. 2015).

En los trastornos motores de origen neuromuscular se presentan condiciones que afectan al nervio periférico, a la unión neuromuscular o el músculo, causando principalmente hipotonía con reflejos bajos (Medina et al. 2015).

Los trastornos motores de origen osteoarticular son condiciones traumatológicas que causan alteraciones en el desarrollo motor, entre las que se incluyen: luxación congénita de cadera (altera articulaciones de la rodilla y columna); anteversión femoral excesiva; desviaciones de la rodilla, y posiciones viciosas y patológicas del pie que afectan el desarrollo motor (Medina et al. 2015).

3.5.2 Trastornos del Desarrollo Sensorial

El sentido de la visión permite al niño relacionarse con el entorno e interactuar apropiadamente con él, por lo que se sospecha de discapacidad visual en un bebé pequeño que no logra enfocar la mirada o seguir rostros, cuando se presenta una forma anormal o asimétrica de las pupilas, así como todo movimiento anormal de los ojos. En la edad preescolar y escolar pueden quejarse de visión borrosa o cefalea, también pueden presentar dificultades en la lectoescritura y/o en el aprendizaje (Medina et al. 2015).

La discapacidad auditiva lleva a una menor estimulación y mayor dificultad para desarrollar el lenguaje; además, de una estructuración anómala del pensamiento y consecuencias socioafectivas severas. La sospecha de disfunción auditiva aumenta cuando no hay respuestas reflejas al ruido o se presenta un lenguaje monótono. Un lactante con hipoacusia no volteará al escuchar su nombre ni intentará localizar sonidos familiares, demorará en adquirir sus primeras palabras y nombrar objetos o personas familiares, posteriormente, la dificultad se hará más evidente al no lograr entender lo que se le dice, ni contar lo que le pasa (Medina et al. 2015).

También la disfunción sensorial es un problema común en el niño puede presentar hipo o hiperrespuesta a determinada información sensorial, y se acompaña con frecuencia de la aparición retardada del lenguaje y de problemas de conducta (Medina et al. 2015).

3.5.3 Trastornos del Desarrollo del Lenguaje

El niño con trastorno del lenguaje puede presentar desarrollo deficiente de la comprensión o de la producción del mismo. Cuando existe un retraso en el habla, se pueden considerar las siguientes etiologías: retraso simple del lenguaje, trastorno específico del lenguaje, trastornos del espectro autista (TEA), discapacidad intelectual, hipoacusia, hijos de padres sordo-mudos y privación ambiental extrema (Medina et al. 2015).

En la regresión del lenguaje, se debe investigar para buscar afasias adquiridas secundarias a lesiones cerebrales (expresivas o receptivas); síndrome de Landau Kleffner (afasia epiléptica); mutismo selectivo; regresión autista; síndrome de Rett; trastorno desintegrativo infantil (TDI), y enfermedades degenerativas (Medina et al. 2015).

Cuando el niño habla mal, reconoceremos alguno de estos trastornos: tartamudez, disartria, dislalia, trastornos de la prosodia y voz nasal. Otros trastornos incluyen el de tipo semánticopragmático y los trastornos del lenguaje escrito dislexia, disgrafía, hiperlexia, que requieren reconocimiento y una intervención temprana y oportuna (Medina et al. 2015).

3.5.4 Trastornos del Desarrollo Social

Dichos trastornos son atribuidos a los TEA; Los criterios utilizados según el Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5) han sido resumidos en dos puntos principales: déficit en la interacción social y la comunicación; y presencia de intereses restringidos y repetitivos (comportamientos estereotipados, y/o apego excesivo a rutinas y patrones ritualizados de comportamiento) (Medina et al. 2015).

El diagnóstico es fundamentalmente clínico, sus manifestaciones van desde un completo desinterés por otras personas hasta la repetición de preguntas para mantener la interacción social, evasión de la mirada, o se excesiva cercanía; interacciones inapropiadas. Debe sospecharse en niños alrededor de los seis meses de vida, algunos de los síntomas sugestivos son la dificultad en la alimentación, en el intercambio de miradas e hipotonía, ausencia de llanto molestia, irritabilidad a pequeños estímulos (Medina et al. 2015).

3.6 Secuelas de los Trastornos del Desarrollo

La interrupción de la maduración normal del cerebro y las lesiones pre, peri y postnatales provocan alteraciones funcionales que se manifiestan posteriormente y, muchas veces, afectan la calidad de vida (Jibaja 2018).

Un estudio realizado por Pierrat et al, (2017), para evaluar los cambios en las evaluaciones del desarrollo en pacientes prematuros desde 1997 hasta el 2011, el cual concluyó que la supervivencia sin discapacidades neuromotoras o sensoriales graves o moderadas entre los nacidos vivos aumentó entre 1997 y 2011, del 45,5% al 62,3% a las 25-26 semanas de gestación. A las 32-34 semanas de gestación, hubo un aumento no estadísticamente significativo en la supervivencia sin discapacidades neuromotoras o sensoriales graves o moderadas ($P = 0,61$), pero la proporción de supervivientes con parálisis cerebral disminuyó ($P = 0,01$).

En un estudio realizado por Chaskel et al, (2018), analizó una muestra aleatoria de 96 historias clínicas de preescolares ($p=0,05$) del Hospital Militar Central en Bogotá, Colombia, se aplicó la escala abreviada del desarrollo (EAD-1) y la Child Behavior Checklist (CBCL) y se tomaron datos sociodemográficos, el mismo concluyó que los niños con antecedente de prematurez presentan mayor riesgo de problemas en el desarrollo, sobre todo en la subescala de motor grueso del desarrollo.

Un estudio realizado en Holanda por Bos et al, (2011), para determinar la distribución de las puntuaciones cognitivas y motoras en niños prematuros y establecer la influencia de las lesiones cerebrales y la disminución de la edad gestacional en las mismas, concluyó que la cognición y el resultado motor en la edad escolar en los niños prematuros, presentan una disminución de 0,60 DE para el coeficiente intelectual (nueve puntos) y 1,27 desviaciones estándar para el resultado motor.

En el estudio realizado por Fernández et al, (2017), Se evaluaron el desarrollo de pacientes prematuros y entre los resultados obtuvieron que el 42,63% de los recién nacidos prematuros de muy bajo peso presentó retraso del desarrollo psicomotor; el 25,26%, retinopatía; el 13,68%, hipoacusia neurosensorial; el 3,68%, parálisis cerebral; y el 3,68%, síndrome convulsivo; entre los recién nacidos prematuros de extremadamente bajo peso 52,27% presentó retraso en el desarrollo psicomotor; el 50%, retinopatía; el 15,91%, hipoacusia neurosensorial; y el 2,27%, síndrome convulsivo.

En Guatemala se han realizado diversos estudios sobre el neurodesarrollo como el de Cabrera, (2015), el cual evaluó a pacientes de muy bajo peso al nacer y comparó sus hallazgos con pacientes con peso adecuado al nacer y encontró que de los pacientes

evaluados con peso muy bajo al nacer, se encontró un 59.3% de pacientes con riesgo de retraso según la escala de Bayley.

En la investigación realizada por Córdón, (2018), que realizó un estudio entre niños expuestos a VIH (no infectados) y no expuestos encontró entre sus resultados una diferencia que no se consideró estadísticamente significativa según la prueba de Chi Cuadrado cuyo valor $P= 0.659$ $R: 0.93$, por lo que concluyó que ser expuesto a VIH (no infectado) no se considera un factor de riesgo para la incidencia en Neurodesarrollo.

En el estudio de Cifuentes, (2014), se evaluó la presencia de trastornos del neurodesarrollo en los pacientes con antecedente de ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos, encontrando que El uso de parámetros ventilatorios altos, un APGAR bajo y en cierta medida un peso bajo y la prematurez demostraron ser factores de riesgo incrementado para alteraciones del neurodesarrollo.

CAPÍTULO IV

INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO

Las intervenciones en el desarrollo tienen como objetivo dar respuesta, lo más pronto posible, a las necesidades transitorias o permanentes que presentan los niños con trastornos en su desarrollo, o con riesgo de padecerlos (Hechavarría et al. 2018).

4.1 Control de Estímulos

Para los recién nacidos prematuros existe un duro contraste entre el medio ambiente intrauterino y el extrauterino, en el ambiente intrauterino es característico por ser un ambiente líquido, tibio, oscuro que proporciona la comodidad necesaria para el desarrollo normal del niño en desarrollo (Báez 2018).

4.1.1 Iluminación

En los recién nacidos menor a 30 semanas de gestación el reflejo pupilar es insuficiente y por tanto hay una mayor entrada de luz en el ojo por lo que la capacidad de protección contra los estímulos luminosos se complica por la inmadurez fisiológica, lo cual puede tener un efecto negativo en la configuración neuronal visual, la iluminación afecta el desarrollo posnatal de la visión y los procesos visuales, así como la maduración de la corteza visual, que es afectada por experiencias visuales prematuras (Báez 2018).

La Academia Americana de Pediatría recomendó introducir ciclos reguladores de iluminación diurna/nocturna en las Unidades de Cuidados Neonatales (UCIN), con ello se busca preservar la vida y brindar el cuidado apropiado en un ambiente similar al útero (Báez 2018).

4.1.2 Sonido

En UCIN los prematuros están expuestos constantemente a ruidos ambientales que a menudo exceden los niveles recomendados, la Academia Americana de Pediatría (AAP) determinó que los niveles de sonido de seguridad en la UCIN deben estar por debajo de

40dB de día y 35dB de noche. Los ruidos en las unidades de cuidado intensivo neonatal forman parte de la contaminación auditiva y están presentes en varias fuentes tanto por el recurso humano de médicos y enfermeros como por todo tipo de máquinas (Báez 2018).

4.1.3 Posición

La posición correcta del prematuro desempeña un papel muy importante dentro de sus cuidados y afecta a la formación y desarrollo de las articulaciones, del cráneo y de la curvatura de la columna vertebral. La posición ideal es la más parecida al útero materno, la cual se consigue mediante la contención, es decir, rodear y arropar al prematuro con rollos o nidos brindándole seguridad y protección, esta mantendrá una postura en flexión y en línea media (Báez 2018).

El alineamiento es un aspecto de suma importancia en las técnicas de posicionación del prematuro, pues las funciones del cuerpo humano son mejores cuando cada uno de sus segmentos está correctamente alineados en los tres planos (frontal, sagital y horizontal) (Hechavarría et al. 2018).

Mantener una buena postura brinda confort al niño, no solamente está en búsqueda de una postura funcional, si no para que pueda descansar cuando tenga sueño, comunicar sus necesidades, interactuar con los cuidadores cuando este a disgusto, ser competente en la autorregulación de sus funciones (Báez 2018).

4.1.4 Mínima Manipulación

La mínima manipulación es una forma de controlar el impacto que tiene el ingreso en UCIN especialmente para los recién nacidos muy prematuros pues todos los estímulos deben presentarse adecuadamente en frecuencia, duración, intensidad; porque tanto es nocivo para los sistemas funcionales, la hiperestimulación, la estimulación fluctuante, la estimulación a destiempo o su ausencia (Báez 2018).

4.2 Manejo del Dolor

El recién nacido prematuro presenta dos desventajas respecto al dolor, la incapacidad de verbalizarlo y la dependencia del cuidador para identificarlo, valorarlo y tratarlo. Las múltiples experiencias dolorosas que se producen en UCIN en el recién nacido prematuro pueden ocasionar signos de estrés y alterar su estado fisiológico y por ende alterar su desarrollo (Báez 2018).

Para la evaluación del dolor se deben tomar en cuenta las expresiones faciales, los movimientos corporales, el llanto y los cambios en la frecuencia cardíaca, patrón respiratorio, presión arterial, saturación de oxígeno. Para la prevención del dolor se puede limitar la estimulación nociva, promover el confort, organizar los cuidados para facilitar los ciclos de sueño y disminuir el número de procedimientos invasivos (Báez 2018).

Para su manejo se ha utilizado la analgesia no farmacológica, que consiste en una serie de acciones complementarias basada en la liberación de endorfinas exógenas, las cuales se describen a continuación: el uso de sacarosa se relaciona con el alivio del dolor en prematuros sometidos a procedimientos dolorosos, disminuciones del tiempo de llanto, las expresiones faciales, la frecuencia cardíaca y la actividad motora; la succión no nutritiva tranquiliza al recién nacido y contribuye a reducir el malestar inducido por el dolor; la lactancia materna o amamantamiento durante un procedimiento doloroso elimina el llanto, la expresión dolorosa y los signos de dolor (Báez 2018).

4.3 Interacción con Progenitores

Es sumamente importante la participación de los padres en el cuidado del recién nacido prematuro, para la formación del vínculo afectivo y un adecuado desarrollo social, para que este se lleve a cabo es preciso que las unidades neonatales estén abiertas a los padres las 24 h del día y de esta forma se facilitarán la lactancia materna y el cuidado canguro, así como el papel de los padres como cuidadores de sus hijos (Báez 2018).

El método madre canguro como un contacto piel a piel continuo, temprano y prolongado entre la madre o el padre y su prematuro, tanto en el hospital como al alta, con lactancia materna exclusiva (preferentemente) y un seguimiento adecuado, se puede llevar a cabo en recién nacidos prematuros tan pronto como sea posible y el recién nacido puede tolerarlo (Báez 2018).

4.4 Estimulación Temprana

Estimulación Temprana es el conjunto de acciones que se realizan desde antes de nacimiento para ayudar al crecimiento y desarrollo saludablemente. Es la serie de actividades efectuadas directa o indirectamente desde la más temprana edad, dirigidas a proveer la mayor interacción efectiva y adecuada con el medio ambiente con el fin de estimular el desarrollo general o en áreas específicas (Márquez et al. 2018).

Los beneficios inmediatos de una intervención como la estimulación, nutrición, salud, son la mejor coordinación, mejores capacidades de comunicación, mejores niveles de rendimiento escolar, mayor desarrollo de las capacidades intelectuales, auto concepto positivo, menor agresividad, conducta más espontánea y creativa, y estadísticamente reducción de la mortalidad infantil y de la desnutrición (Márquez et al. 2018).

El niño más estimulado es más saludable y se convierte en un adulto más productivo con mejores niveles de ingresos, que contribuye a la prosperidad personal, social y del país, constituye por lo tanto un capital social (Márquez et al. 2018).

4.4.1 Estimulación Auditiva

Objetivos de la estimulación sensorial auditiva son facilitar el desarrollo del sistema nervioso autónomo, facilitar y promover la comunicación, el aprendizaje, el movimiento, expresión y organización, mantener el contacto con su universo (Hechavarría et al. 2018).

Modo de actuación en UCIN bajar el volumen de las alarmas y tener, de preferencia, sistemas de alarmas luminosas, control en incubadoras con monitoreo del nivel de ruido dentro de las incubadoras, cerrar y abrir la incubadora con suavidad, brindar

mantenimiento a las incubadoras, los equipos y la tecnología médica, al menos cada seis meses, y retirar el equipamiento ruidoso del ambiente (Hechavarría et al. 2018).

El modo de actuación realizado por la madre es estimularlo a sonreír y que reaccione a su sonrisa, hablar en un tono suave, cantarle y arrullarlo con canciones de cuna, aplicar masajes suaves en la cara del bebé, música instrumental de tonos bajos, preferentemente Mozart y Vivaldy (Hechavarría et al. 2018).

4.4.2 Estimulación Visual

Los objetivos de la estimulación visual son favorecer la transición gradual del sueño a vigilia, disminuir el riesgo de retinopatías y ceguera en el prematuro, disminuir la actividad motora, la frecuencia cardíaca, y las fluctuaciones de la tensión arterial, para propiciar el aumento de peso (Hechavarría et al. 2018).

Modo de actuación es disminuir la iluminación intensa, utilizar mantas protectoras, ambiente con luz tenue para incrementar su apertura ocular, facilitar que el neonato mire al rostro de la persona que brinda los cuidados, cargar al neonato en posición vertical para aumentar su apertura ocular (Hechavarría et al. 2018).

4.4.3 Estimulación Táctil

Los objetivos de la estimulación táctil se describen como estimular las sensaciones kinestésicas, mejorar la sociabilidad, el estrés y la irritabilidad, promover la sensación de seguridad y el aumento de peso, mejorar la función gastrointestinal y genitourinaria, mejorar el crecimiento neuromuscular y la maduración de los reflejos, mejorar la percepción del neonato hacia el medio, disminuir los episodios de apnea y bradipnea (Hechavarría et al. 2018).

Modo de actuación mediante masaje pues estos promueven el proceso de mielinización nerviosa. Las caricias o los masajes en el lado derecho deben continuarse y finalizarse en el lado izquierdo, al igual que las caricias lentas y repetidas en la parte superior de la cabeza, para crear conciencia de la línea media en el recién nacido prematuro. Los beneficios de la estimulación táctil son la estimulación de las terminaciones nerviosas para un óptimo desarrollo motriz y proporcionar conciencia a una variedad de texturas, sensaciones y presiones al tacto (Hechavarría et al. 2018).

IV. CONCLUSIONES

1. Entre las características clínicas del neurodesarrollo en los pacientes prematuros destaca la capacidad fisiológica de experimentar cambios reorganizacionales de los mapas neurosinápticos, conocida como neuroplasticidad, lo que permite tanto el desarrollo neurológico normal como su regeneración posterior a una lesión secundaria a prematuridad.
2. Las principales características embriológicas básicas del neurodesarrollo en pacientes prematuros son la neurulación, formación del tubo neural, formación del encéfalo, proliferación neuronal, migración neuronal y mielinización que ocurren superpuestas unas de las otras, al momento del nacimiento de estos pacientes dichas etapas no han finalizado por lo que el sistema nervioso queda expuesto a los estímulos extrauterinos que pueden afectar su desarrollo.
3. En los prematuros, las alteraciones clínicas del neurodesarrollo que suelen presentarse con mayor frecuencia, son las alteraciones del desarrollo motor grueso y motor fino; alteraciones sensoriales como retinopatía del prematuro e hipoacusia, en menor frecuencia, presentan alteraciones del lenguaje o alteraciones en el desarrollo social.
4. Las intervenciones para promover el neurodesarrollo en prematuros, se encuentran dirigidas a la manipulación del ambiente en las unidades de cuidados intensivos neonatales como el control de estímulos nocivos en iluminación, sonido, posición corporal, manipulación; así también, incluyen el método de madre canguro y la estimulación temprana posterior al alta hospitalaria para el adecuado desarrollo durante las etapas posteriores.

V. RECOMENDACIONES

1. Al Ministerio de Salud Pública, implementar protocolos hospitalarios de atención al prematuro en unidades de cuidados intensivos neonatales, con el objetivo de prevenir y minimizar los estímulos nocivos en dichas áreas de atención, así también disminuir los trastornos en el neurodesarrollo a corto y largo plazo.
2. Al Ministerio de Salud Pública y directores de hospitales nacionales, realizar protocolos de seguimientos por especialistas en la consulta externa pediátrica del niño sano para la correcta evaluación neurológica y capacitación para los padres, sobre señales de alerta para la detección e intervención temprana en los trastornos del neurodesarrollo.
3. A los directores de hospitales nacionales, implementar capacitaciones al personal médico y de enfermería para favorecer un ambiente adecuado en las unidades de cuidados intensivos neonatales, que favorezcan el neurodesarrollo y el seguimiento del prematuro posterior a su alta hospitalaria.
4. A la carrera de Médico y Cirujano, realizar un estudio de cohortes para evaluar en la población los trastornos del neurodesarrollo en pacientes prematuros y a término, para la detección temprana y oportuna de estas alteraciones y promover el desarrollo adecuado mediante terapias de estimulación a los pacientes que lo requieran.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abend, NS; Jensen, FE; Inder, TE; Volpe, JJ. 2018. Neonatal seizures (en línea). *In* Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 275-321. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000120>

Alarcon O, T. 2019. Neurodesarrollo en los primeros 1.000 días de vida: rol de los pediatras (en línea). *Revista Chilena de Pediatría* 90(1):11-16. Consultado 05 ago. 2020. DOI 10.32641/rchped_v90i1.1035. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v90n1/0370-4106-rcp-rchped_v90i1_1035.pdf

Alvarado Ruiz, GA; Martínez Vásquez, RI. Vanedela tamizaje neuroconductual del lactante de 1 a 24 meses (en línea). *In* Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría. Jiménez Balderas, EA (ed.). México, CONAPEME. p. 75-86. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://www.conapemecongresos.org/docs/Manual_Neurodesarrollo.pdf



Báez García, N. 2018. Plan de cuidado estandarizado para fortalecer el neurodesarrollo del recién nacido pretérmino en la UCIN. (en línea). Tesis M.Sc. San Luis Potosi, México, UASLP. 147 p. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4613/TESINA%20NOHEMI%CC%81%20BA%CC%81EZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bos, AF; Roze, E. 2011. Neurodevelopmental outcome in preterm infants. (en línea). Wiley online library; *Developmental Medicine & Child Neurology*. 53(4):35-39. Consultado 01 ago. 2020. DOI 10.1111/j.1469-8749.2011.04062.x. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1469-8749.2011.04062.x>

Cabrera Monzón, DM. 2015. Deficiencias neurológicas, pacientes con peso muy bajo al nacer versus peso adecuado en el primer año de vida. (en línea). Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Médicas. 53 p. Consultado 16 jul. 2020. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1918/1/Informe%20Final.pdf>

Carlo, WA. 2013. El lactante de alto riesgo (libro electrónico). In Nelson tratado de pediatría. 19 ed. Kliegman, RM; Stanton, BF; Schor, NF; Geme, JW; Behman, RE (eds). España, Elsevier. v.1, p. 578-592.

Carlson, BM; Kantaputra, PN. 2014. Formación de las capas germinales y sus primeros derivados. (en línea). In Embriología humana y biología del desarrollo. Kantaputra, PN. (eds.). 5 ed. España, Elsevier Saunders/Boo. p. 75-91. Consultado 11 ago. 2020. Disponible en <https://aprobemosjuntos.files.wordpress.com/2018/03/embrio-carlson.pdf>



Carlson, BM; Kantaputra, PN. 2014. Formación de las capas germinales y sus primeros derivados. (en línea, libro electrónico). In Embriología humana y biología del desarrollo. Kantaputra, PN. (eds.). 5 ed. España, Elsevier/Booksmedicos. p. 216-253. Consultado 12 ago. 2020. Disponible en <https://aprobemosjuntos.files.wordpress.com/2018/03/embrio-carlson.pdf>

Chaskel, R; Espinosa, E; Galvis, C; Gómez, H; Ruiz, LM; Toledo, D; Vélez, G. 2018. Alteraciones en el neurodesarrollo en preescolares con antecedente de prematuridad: un estudio de corte (en línea). Revista Medica 26(1):45-54. Consultado 05 ago. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562018000100045&lng=es&tlng=es

Cifuentes Noriega, DE. 2014. Evolución del neurodesarrollo durante el primer año de vida en neonatos sometidos a ventilación mecánica (en línea). Tesis M.Sc. Guatemala, USAC, Escuela de Estudios de Postgrado. 36 p. Consultado 16 jul. 2020. Disponible en <http://bibliomed.usac.edu.gt/tesis/post/2014/048.pdf>

CNPSS (Comisión Nacional de Protección Social en Salud). 2013. Manual para la evaluación de menores de cinco años con riesgo de retraso en el desarrollo (en línea). México, Secretaría de la Salud. 90 p. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en <http://himfg.com.mx/descargas/documentos/EDI/ManualparaEvaluacionaMenoresde5conRiesgodeRetrasoenelDesarrollo.pdf>

Cordón Paredes, AA. 2018. Neurodesarrollo en niños expuestos a VIH (no infectados) en relación a no expuestos a VIH en los primeros dos años de vida (en línea). Tesis M.Sc. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Medicas. 47 p. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10880.pdf



Du Plessis, AJ; Limperopoulos, C; Volpe, JJ. 2018. Cerebellar development. (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p 73-99. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000041>

Du Plessis, AJ; Volpe, JJ. 2018a. Neural tube development. (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 3-33. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000016>

Du Plessis, AJ; Volpe, JJ. 2018b. Prosencephalic development. (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier.

p. 34-57. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000028>

Fernández Sierra, C; Matsumura Kasano, J; Gutiérrez Crespo, H; Zamudio Eslava, L; Melgarejo García, G. 2017. Secuelas del neurodesarrollo de recién nacidos prematuros de extremadamente bajo peso y de muy bajo peso a los dos años de edad, egresados de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins 2009-2014 (en línea). Horizonte Médico 17(2):6-13. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3716/371651249002.pdf>

Figueiras, AC; Neves de Souza, IC; Rios, VG; Benguigui, Y. 2011. Manual para la vigilancia del desarrollo infantil (0-6años) en el contexto de AIEPI. (en línea). 2 ed. Washington, OPS/FCH/HL. 70 p. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en <https://www1.paho.org/hq/dmdocuments/manual-vigilancia-desarrollo-infantil-aiepi-2011.pdf>



Flores Huerta, S. 2013. La importancia de las pruebas para evaluar el neurodesarrollo de los niños. (en línea). Boletín Médico del Hospital Infantil de México 70(3):175-177. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2013/hi133a.pdf>

Garcés-Vieira, MV; Suárez Escudero, JC. 2014. Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos (en línea). Revista CES medicina 28(1):119-131. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2611/261132141010.pdf>

Hechavarría González, L; Cruz Dorrego, UA; Hernández Calzadilla, M; López García, M. 2018. Protocolo de atención temprana a los neonatos con neurodesarrollo de alto riesgo. (en línea). Correo Científico Médico de Holguín 22(1):137-154. Consultado 01 ago. 2020. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v22n1/ccm12118.pdf>

Inder, TE; Perlman, JM; Volpe, JJ. 2018. Preterm intraventricular hemorrhage/posthemorrhagic hydrocephalus (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 637-698. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000247>

Jibaja Vargas, JF. 2018. Secuelas del neurodesarrollo en recién nacidos prematuros menores de 1500 gramos dados de alta de la unidad de cuidados intensivos neonatales del hospital gineco-obstétrico nueva aurora, en el año 2017 (en línea). Tesis M.Sc. Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Medicina. 89 p. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14767/TESIS%20JENNYFER%20JIBAJA%20VARGAS%2C%20EVALUACION%20NEURODESARROLLO%20PREMATUROS%20HGONA%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Kinney, HC; Volpe, JJ. 2017. Encephalopathy of prematurity: neuropathology (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 389-404. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000144>

Kinney, HC; Volpe, JJ. 2017. Myelination events (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 176-188. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000089>

Maheshwarl, A; Carlo, WA. 2013. Trastornos del aparato digestivo (libro electrónico). In Nelson Tratado de pediatría. Kliegman, RM; Stanton, BF; Schor, NF; Geme, JW; Behman, RE (eds). 19 ed. España, Elsevier. p. 628-641.

Márquez Jiménez, J. 2018a. Estimulación temprana antecedentes históricos (en línea). In Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría. Jiménez Balderas, EA (ed.). México, CONAPEME. p. 139-149. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://www.conapemecongresos.org/docs/Manual_Neurodesarrollo.pdf

Márquez Jiménez, J. 2018b. Reflejos arcaicos (en línea). In Neurodesarrollo y estimulación temprana en pediatría. Jiménez Balderas, EA (ed.). México, CONAPEME. p. 37-45. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://www.conapemecongresos.org/docs/Manual_Neurodesarrollo.pdf

Medina Alva, MP; Caro Kahn, I; Muñoz Huerta, P; Leyva Sanchez, J; Moreno Calixto, J; Vega Sánchez, SM. 2015. Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años (en línea). Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica 32(3):565-573. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en <https://scielosp.org/pdf/rpmesp/2015.v32n3/565-573/es>



OMS (Organización Mundial de la Salud). 2018. OMS: nacimientos prematuros (en línea, sitio web). Ginebra, Suiza. Consultado 05 ago. 2020. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>

Perlman, JM; Volpe, JJ. 2017. Bilirubin. (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 730-762. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000260>

Pierrat, V; Marchand-Martin, L; Arnaud, C; Kaminski, M; Resche-Rigon, M; Lebeaux, C; Bodeau-Livinec, F; Morgan, AS; Goffinet, F; Marret, S; Ancel, PY. 2017. Neurodevelopmental outcome at 2 years for preterm children born at 22 to 34 weeks' gestation in France in 2011: EPIPAGE-2 cohort study (en línea). The British Medical Journal 358:j3448. Consultado 28 jul. 2020. DOI 10.1136/bmj.j3448 Disponible en <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1136/bmj.j3448>



Poduri, A; Volpe, JJ. 2017. Neuronal proliferation. (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 100-119. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000053>

Poduri, A; Volpe, JJ. 2018. Neuronal migration (en línea). In Volpe's neurology of the newborn. 6 ed. Volpe, JJ; Inder, TE; Darras, BT; De Vries, LS; Du Plessis, AJ; Neil, JJ; Perlman, JM (eds). Philadelphia, Elsevier. p. 120-144. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323428767000065>

Romo-Pardo, B; Liendo-Vallejos, S; Vargas-López, G; Rizzoli-Córdoba, A; Buenrostro-Márquez, G. 2012. Pruebas de tamizaje de neurodesarrollo global para niños menores de 5 años de edad validadas en Estados Unidos y Latinoamérica: revisión sistémica y análisis comparativo (en línea). Boletín Médico del Hospital Infantil de México 69(6):450-462. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v69n6/v69n6a6.pdf>

Sánchez, MC; Arévalo Mendoza, MM; Figueroa Olea, M; Nájera Nájera, RM. 2014. Atención del neonato prematuro en la UCIN centrada en la prevención de factores de riesgo de daño neurológico y promoción del neurodesarrollo: factores de riesgo en el recién nacido prematuro (en línea). Martínez Moreno, M (ed.). México, Editorial El Manuel Moderno/Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimico. p 50-65. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://books.google.com.gt/books?id=QvEWCQAAQBAJ&pg=PT5&lpg=PT5&dq=Atenci%C3%B3n+del+Neonato+Prematuro+en+la+UCIN+centrada+en+la+prevenci%C3%B3n+de+factores+de+riesgo+de+da%C3%B1o+neurol%C3%B3gico+y+promoci%C3%B3n+del+neurodesarrollo&source=bl&ots=Uy uqhHWxML&sig=ACfU3U1VOsPqMhS_BMByCBDml7GIYGo6xQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiznNyx06_rAhWlxVkkHSsUAyoQ6AEwCnoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false



Sánchez-Rodríguez, G; Quintero-Villegas, LJ; Rodríguez-Camelo, G; Nieto-Sanjuanero, A; Rodríguez-Balderrama, I. 2010. Disminución del estrés del prematuro para promover su neurodesarrollo: nuevo enfoque terapéutico (en línea). Revista Medicina Universitaria 12(48):176-180. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/8319/1/Disminucion%20del%20estres.pdf>

Waldemar, AC. 2013. Trastornos del sistema nervioso central (libro electrónico). In Nelson Tratado de pediatría. 19 ed. Kliegman, RM; Stanton, BF; Schor, NF; Geme, JW; Behman, RE (eds). España, Elsevier. p. 592-602.

Walker, M; Hull, A. 2000. Parto pretérmino (libro electrónico). In Tratado de neonatología de Avery. 7 ed. Taeusch, HW; Ballard, RA. (eds). España, Elsevier. p. 144-151.



VII. ANEXOS

Chiquimula, Septiembre de 2020.

Dr. Rory René Vides Alonzo

Presidente del Comité Organizador de Trabajos de Graduación de Medicina

Centro Universitario de Oriente –CUNORI-

Universidad de San Carlos de Guatemala

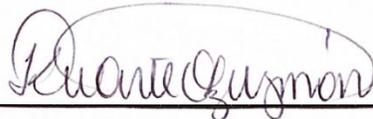
Señor Presidente:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al bachiller en Ciencias y Letras Briana Judith Lemus Miranda con carné universitario 201143775 en el trabajo " **CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E INTERVENCIONES EN EL NEURODESARROLLO DE LOS PACIENTES PREMATUROS**", me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema desarrollado plantea describir clínicamente las características del neurodesarrollo en pacientes prematuros y sus alteraciones, por lo que en mi opinión reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación de monografía para su discusión por el Comité Organizador de Trabajos de Graduación de Medicina.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dra. Karem Duarte
Pediatra
Colegiado 14,463



Dra. Karem del Rosario Duarte Guzmán

Msc. Pediatría

Colegiado no. 14,463