



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Enfermería
Maestría en Ciencias de la rehabilitación en el Movimiento Humano

Consolidación del control cefálico mediante maniobras vestibulares en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico.

Opción de titulación
Tesis Individual

Presenta:

Lft. Esp. Jorge Alberto García Martínez

Dirigido por:

MSPS. Víctor Manuel López Morales

MSPS. Víctor Manuel López Morales
Presidente

Firma

Dr. Jorge Francisco Bosch Bayard
Secretario

Firma

Dr. Carlos Guzmán Martínez
Vocal

Firma

Dr. Carlos Andrés Pérez Ramírez
Suplente

Firma

Dra. Cintli Carolina Carbajal Valenzuela
Suplente

Firma

M.G.D.S Judith Valeria Frías Becerril
Director de la Facultad

Dra. Má. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre 2022



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Consolidación del control cefálico mediante
maniobras vestibulares en recién nacidos con
factores de riesgo para daño neurológico.

por

Jorge Alberto García Martínez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: ENMAN-206452

RESUMEN

Introducción. Los factores de riesgo son toda aquella característica o circunstancia identificable en una persona, que se asocia con un riesgo anormal de poseer o desarrollar una enfermedad o ser especialmente afectado de forma desfavorable por ella, la prematuridad definida como el nacimiento adelantado que ocurre antes de concluir la 37 semana de gestación, según la OMS es el factor de riesgo que causa mayor morbilidad y mortalidad en la etapa perinatal. El Sistema Vestibular (SV) tiene una gran importancia desde el punto de vista filogenético ya que un número importante de funciones cerebrales dependen de él (control del eje axial, equilibrio y coordinación). Cualquier movimiento de oscilación de la cabeza, activa al SV con respuesta en músculos de cabeza, cuello y tronco. El SV tiene una relación muy estrecha con la postura erecta que es posible gracias a la contracción tónica de los músculos del cuello, tronco y miembros inferiores con predominio en los músculos extensores. **Objetivos.** Evaluar la efectividad de las maniobras vestibulares en la adquisición del control cefálico en recién nacido con factores de riesgo para daño neurológico. **Material y Métodos.** Estudio comparativo cuasi-experimental que implica evaluación cuantitativa (acelerómetro) y cualitativa (Escala de Desarrollo Infantil Bayley III) de la consolidación del sostén cefálico, pre y post intervención a una muestra de niños con factores de riesgo para daño neurológico, la intervención consistió en una serie de maniobras vestibulares aplicadas en los primeros seis meses de edad corregida. **Resultados.** Se encontraron diferencias en cuanto al tiempo de verticalización y ángulos en la evaluación biomecánica y se encontraron diferencias significativas en todas las comparaciones, entre las evoluciones realizadas desde los tres y hasta cinco meses de edad corregida ($p \leq 0.05$). **Conclusión.** La estimulación vestibular por medio de las maniobras utilizadas, favorece el control cefálico. La consolidación de los patrones de movimiento, disminuye y previene la expresión e instauración del daño neurológico.

Palabras clave: Sistema Vestibular, Control cefálico, Daño neurológico.

SUMMARY

Introduction. The risk factors are all that characteristic or circumstance identifiable in a person, which is associated with an abnormal risk of owning or developing a disease or being specially affected in an unfavorable way by it, prematurity defined as the advanced birth that occurs before concluding the 37th week of gestation, according to WHO, is the risk factor that causes the highest morbidity and mortality in the perinatal stage. The Vestibular System (SV) is of great importance from the phylogenetic point of view since a significant number of brain functions depend on it (axial axis control, balance and coordination). Any movement of oscillation of the head, activates the SV with response in head, neck and trunk muscles. The SV has a very close relationship with the erect posture that is possible thanks to the tonic contraction of the muscles of the neck, trunk and lower limbs with predominance in the extensor muscles. **Objective.** To evaluate the effectiveness of vestibular maneuvers in the acquisition of cephalic control in newborns with risk factors for neurological damage. **Material and methods.** A quasi-experimental comparative study that involves quantitative (accelerometer) and qualitative (Bayley III Infant Development Scale) assessment of cephalic support consolidation, pre and post intervention to a sample of children with risk factors for neurological damage, the intervention consisted of a series of vestibular maneuvers applied in the first six months of corrected age. **Results.** Differences were found regarding the time of verticalization and angles in the biomechanical evaluation and significant differences were found in all the comparisons, between the evolutions made from three and up to five months of corrected age ($p \leq 0.05$). **Conclusion.** The vestibular stimulation by means of the maneuvers used favors cephalic control. The consolidation of movement patterns decreases and prevents the expression and establishment of neurological damage.

Key words: Vestibular System, Cephalic Control, Neurological Damage.

A Dios y la vida, que me han puesto en este maravilloso camino.

A mi hija Camila, persona por la cual me esfuerzo día a día para ser el mejor y ella este orgullosa de mi, mi motor de vida, siempre me ha dado la mejor razón para estar y luchar en esta vida, porque a pesar de todo siempre ha estado aquí conmigo, sin importar nada, sin juzgar y siempre con su gran amor..

“Te amo Camila”

A mis padres Ana Y Porfirio , que se han encargado de sembrar en mí una persona de bien y enseñarme que puedo conseguir lo que me proponga.

“La constancia y trabajo son la clave del éxito”

A mis hermanos Adriana y Luis y sus familias, que sin duda siempre me han apoyado y motivado.

A mi mejor amigo Fernando Núñez, que nunca me ha dejado rendirme y me ha levantado de entre las cenizas, siempre con sus consejos y recordándome todo lo que hemos vivido . En especial este 2018 que la vida nos permitió seguir juntos en todas nuestras travesías.

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios Universidad Autónoma de Querétaro, por el espacio y los excelentes programas académicos. Al Maestro Víctor Manuel López y al Dr, Jorge Bosch por su paciencia y por todos los conocimientos que me brindaron, por cada una de sus aportes para que este trabajo tenga el nivel que presenta. A mi cuerpo de sinodales por sus críticas y aportaciones y a cada uno de mis maestros que transmitieron sus conocimientos, al Maestro Carlos Andrés Pérez, porque llego a mi vida profesional en el momento indicado, por lo que pude cumplir mi sueño de este trabajo, el poder haber desarrollado una nueva herramienta diagnostica “Mi tan ansiado acelerómetro”.

Un especial agradecimiento a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, a Cristina Carrillo por siempre confiar en mi proyecto y a Consuelo Pedraza por sus grandes ideas, a todos los papás y bebés que participaron, gracias por todo su apoyo y disposición para que se pudiera llevar a cabo este trabajo.

A la Dra. Thalía Harmony, que me ha formado como investigador, porque siempre tuvo las palabras correctas con tanta paciencia y por compartir su gran experiencia.

A la Dra. Carolina Carvajal, por apoyar mi proyecto y seguir compartiendo su gran conocimiento, pero sobre todo por su amistad y apoyo en cada momento.

A mi alumna Carla Solís por su apoyo en este proyecto, su entusiasmo y su proactividad en este trabajo.

Agradezco a todos mis compañeros Casandra, Isaac, Luis y Javier Santiago que siempre estuvieron apoyando mi proyecto y pasando extraordinarios momentos en las clases, haciendo de esta experiencia mucho más fácil.

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivo general	7
1.3.1 Objetivos específicos	7
1.4. Hipótesis.....	7
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
2.1. Factores de riesgo para daño neurológico.....	8
2.1.1. Factores de riesgo en el Recién Nacido Pretérmino.....	9
2.1.2. Riesgo neurológico.....	17
2.2 Sistema vestibular.....	18
2.2.1 Ontogenia y Fisiología del Sistema vestibular	19
2.2.2 Fisiología vestibuloespinal	25
2.3 Desarrollo motor.....	27
2.3.1 Hitos del desarrollo.....	28
2.3.2 Control cefálico	30
2.4 Estudios relacionados	32
III. METODOLOGÍA.....	34
3.1 Tipo y diseño del estudio	34
3.2 Universo y muestra	34
3.3 Material y métodos.....	36
3.4 Plan de análisis.....	52
3.5 Ética del estudio.....	54
IV. RESULTADOS.....	55
4.1. Análisis de la evaluación de desarrollo.	56
4.2. Análisis de la evaluación biomecánica.....	59
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÉNDICE.....	76

Índice de tablas

Tabla 1 Factores de riesgo Pre, Peri y Posnatales.	9
Tabla 2 Revisión de edades de periodo pretérmino en la literatura.	10
Tabla 3 Tipos y Causas de la prematuridad.	15
Tabla 4 Causas de prematurez en madres menores a 18 años.	16
Tabla 5 Hitos de desarrollo - Motricidad gruesa.	29
Tabla 6 Puntos de comienzo para la aplicación Bayley-III.	38
Tabla 7 Ítems de evaluación de control cefálico de la subescala Bayley-III.	39
Tabla 8 Maniobras Vestibulares.	50
Tabla 9 Incidencia de factores de riesgo para daño neurológico.	55
Tabla 10 Puntuaciones de Desarrollo Psicomotor.	57
Tabla 11 Comparación de medias.	58
Tabla 12 Tiempo de verticalización.	59

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Esquema de periodo de gestación.	13
Ilustración 2 Ubicación de los receptores vestibulares (Cavidad del hueso occipital).	19
Ilustración 3 Movimientos de la cabeza.....	20
Ilustración 4 Vía Vestíbuloespinal.....	25
Ilustración 5 Trayecto de la vía Vestíbuloespinal.	26
Ilustración 6 Leyes de desarrollo.	31
Ilustración 7 Sistema internacional 10-20.....	47
Ilustración 8 Metodología del estudio.	52
Ilustración 10 Instrumento de evaluación.	76

I. INTRODUCCIÓN

Durante este trabajo se aborda la eficacia de las maniobras vestibulares para la consolidación del sostén cefálico demostrándolo en forma cuantitativa y cualitativa de forma que constituya una propuesta de intervención que disminuya la expresión de la lesión que pudiera causar los factores de riesgo en la etapa pre, peri y post natal para la adquisición de un daño neurológico. Las maniobras propuestas están fundamentadas en la estimulación del Vestibular (SV), dichas maniobras se recopilan de la literatura y se propone luego de su análisis en un conjunto de 8 maniobras aplicables a lactantes con factores de riesgo.

Se define como un factor de riesgo aquella característica o circunstancia identificable en una persona (embarazo, parto, feto y/o neonato) o grupos de personas, que se asocia con un riesgo anormal de poseer o desarrollar una enfermedad o ser especialmente afectado de forma desfavorable por ella [1].

Uno de los factores de mayor prevalencia es la prematuridad, considerado como el nacimiento antes de concluir las semanas de gestación dentro del embarazo, siendo el factor de riesgo que causa mayor morbilidad y mortalidad en la etapa perinatal, responsable de 75% de las muertes neonatales no vinculadas con malformaciones congénitas [2].

Algunos datos en América Latina y el Caribe reportados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) son que cada año suceden 12 millones de nacimientos y de ellos 180,000 muertes durante el primer mes de vida con evidente relación hacia la prematuridad, ocupando el tercer sitio (24%) solo por debajo de las infecciones y la asfixia [3].

Desde el punto de vista epidemiológico existen condiciones sociales, médicas u obstétricas que se relacionan con un resultado reproductivo favorable o desfavorable. En última instancia, los factores de riesgo son características definidas respecto a ciertos embarazos, feto y/o recién nacidos que se diferencian en algo del resto de los miembros de la población [4].

Los factores de riesgo se pueden clasificar desde un punto de vista estadístico, etiológico, patogénico o cronológico. En este trabajo se profundizará en los factores de riesgo biológicos, específicamente prematuridad y sus comorbilidades asociadas, sin embargo es importante recalcar que cuando un recién nacido ha presentado algún factor de riesgo prenatal, perinatal o neonatal, el Sistema Nervioso Central (SNC) se vuelve vulnerable y esto podría causar que la lesión se estructure y cause patologías motrices irreversibles o bien exista la posibilidad de que se presente una alteración en la secuencia de los hitos de desarrollo.

Los factores de riesgo perinatales que contribuyen a la presencia de un daño en el SNC se pueden presentar desde el primer día hasta de la semana 22 (154 días) de gestación y termina veintiocho días completos después del nacimiento; considera los riesgos maternos previos y durante la gestación, los riesgos para el recién nacido y sus condiciones al nacimiento. Entendemos por tanto que el recién nacido prematuro tiene un alto riesgo de daño neurológico que podría tener como consecuencia una alteración en la secuencia de los hitos de desarrollo [5].

En las últimas décadas se han desarrollado métodos de habilitación, facilitación y rehabilitación con aplicación neurológica en pacientes pediátricos, teniendo como base la aceleración del desarrollo y maduración de estructuras encefálicas de relación motriz, tales como áreas corticales y vías motrices (sustancia blanca), por medio de la activación de receptores que llevan información hacia el SNC [6].

La mayoría de los métodos antes mencionados se fundamentan en la activación del SV en conjunto con otros sistemas, sin embargo el SV se ha estudiado de tal manera, que podemos decir que cualquier movimiento de oscilación de la cabeza lo activará con respuesta en músculos de cabeza, cuello y tronco.

El SV desempeña un papel fundamental en la orientación de los seres vivos gracias a los receptores que permiten la percepción de la aceleración lineal y angular; sin duda el SV tiene una gran importancia desde el punto de vista filogenético ya que radica en que un número importante de características cerebrales dependen de este sistema.

Todo comienza en la activación de los tres receptores del SV ubicados en el oído interno (utrículo, Sáculo y los conductos semicirculares), el encargado de llevar la información es el VIII par craneal (vestíbulo-coclear) en su porción vestibular. Esta información llegará al núcleos vestibulares que es uno de los primeros grupos celulares supraespinales que se diferencian en la formación reticular.

El SV tiene una relación muy estrecha con la postura erecta que es posible gracias a la contracción tónica de los músculos del cuello, tronco y miembros inferiores con predominio en los músculos extensores que en los flexores [7].

Cuando nace el bebé, su parte motriz todavía no está coordinada ni presenta finalidad alguna, incluso la del SV. La maduración que sigue el desarrollo motor, es cefalocaudal, es decir, se inicia en los músculos que mantienen la cabeza erguida y sigue hacia abajo, y luego se extienden del centro del cuerpo hacia las extremidades [8].

En este periodo del recién nacido es donde comienza la secuencia del desarrollo motor, lo crucial en esta etapa es el despliegue de las habilidades organizativas, que el bebé trae consigo, y que le permitirán autorregularse y adaptarse al nuevo mundo extrauterino, menos protegido y más demandante. Tales habilidades organizativas son la base para la interacción con el entorno y los otros, en cosas tan vitales como transitar entre el sueño y la vigilia de manera fluida, la autorregulación en la alimentación y adaptarse a los cambios de ambiente.

Durante los primeros meses de vida extrauterina el crecimiento físico, la maduración y la adquisición de competencias del recién nacido se producen en forma de brotes discontinuos, es decir, éste adquiere nuevas competencias en los dominios motor grueso, motor fino, cognitivo y emocional. El concepto de líneas de desarrollo resalta el modo en que las capacidades más complejas se construyen sobre las más simples; sin embargo también es importante comprender que el desarrollo en cada dominio afecta al funcionamiento de los hitos subsecuentes [9].

El primero de ellos será fundamental para marcar el rumbo subsecuente del desarrollo, es decir, el control cefálico presenta uno de los primeros aspectos del desarrollo psicomotor es la adquisición progresiva de un control corporal completo

desde el control de la cabeza hasta las partes distales del cuerpo completando una evolución del proceso dinámico motor. El control cefálico supone uno de los primeros desafíos para el bebé. Durante su año de vida inicial van ocurriendo una sucesión de retos en cuanto a su estado motor, que es lo que le impulsará a ponerse de pie y a caminar. Para este proceso, que suele durar un poco más de 12 meses, el bebé empieza con el control y el dominio de los músculos del cuello, y posterior control de la cabeza.

Por lo que el objetivo primordial de esta investigación será demostrar que la activación del SV favorecerá a la consolidación del control cefálico mediante maniobras vestibulares, en aquellos recién nacidos que estén bajo riesgo de presentar un daño que comprometa al movimiento.

1.1. Planteamiento del problema

Durante la última década el profesional de la salud se ha preocupado por mejorar sus métodos para poder lograr la sobrevivencia de aquellos lactantes que durante los periodos prenatales, perinatales y neonatales cursan con alguna circunstancia o situación que se sabe está asociada con el aumento en la probabilidad de padecer en un futuro características adversas al desarrollo motor, de acuerdo a datos reportados, 12% de los embarazos son de riesgo moderado a severo y 2 de cada 1000 presentan lesiones neurológicas que pudieran desencadenar lesiones motoras durante el desarrollo [10].

A pesar de los cambios en los cuidados obstétricos y neonatales experimentados desde 1950, las cifras de daño neurológico infantil no se han modificado sustancialmente en los últimos años. Es cierto que la creación de registros nacionales ha permitido una mejor documentación de los casos, pero también que al disminuir la mortalidad perinatal sobreviven más niños pretérmino y/o con bajo peso al nacer en los que el riesgo de daño neurológico es mayor [11].

Si se desencadena cualquiera de estas patologías, la probabilidad de ofrecer al recién nacido una calidad de vida se verá disminuida, esto desencadenará un efecto dominó desde lo social, económico y cultural. Actualmente se gastan millones de

pesos en discapacidad [12], en estudios enfocados nos muestra que cuando se analiza el patrón de gasto de los hogares en servicios de salud ambulatorios u hospitalarios, se encuentra que los hogares con personas limitadas de modo grave o moderado en sus actividades por enfermedad gastaron mucho más dinero en atención ambulatoria que aquellos con personas con discapacidad estructural o con alguna limitación leve para realizar sus actividades, situación que pareciera obviarse pero nos ejemplifica el gasto tan elevado que es la discapacidad dentro de las familias [13].

La alta prevalencia del alto riesgo neurológico en México, obliga al uso de métodos y técnicas de habilitación, facilitación y rehabilitación, las cuales utilizan maniobras vestibulares dentro de su base neurológica, por lo que es importante evidenciar que estas maniobras favorecen el control cefálico en los primeros meses de vida en los recién nacidos prematuros.

Por eso debemos cuestionarnos ¿Las maniobras vestibulares favorecerán el control cefálico en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico?

1.2. Justificación

El avance tecnológico y científico en las últimas décadas ha permitido disminuir la mortalidad del recién nacido de término y prematuro, sin embargo sigue presente el riesgo de secuelas neurológicas. Se han desarrollado diferentes métodos de intervención que tienen como objetivo la disminución de la expresión de la lesión o bien la habilitación de estructuras neurológicas que favorecen al desarrollo; si no cuenta con alguna tipo de intervención, podría llevar a adquirir algún tipo de discapacidad. En 2014, la prevalencia de la discapacidad en México es de 6 por ciento, 11 de cada 100 se adquirieron en el periodo perinatal lo que implica un gasto público fuerte [14]. Es por ello que se debe innovar en métodos o técnicas que disminuyan la probabilidad de adquirir una discapacidad y por ende disminuir el costo que requiere en el hogar una persona con discapacidad. De igual forma

potencializar el avance significativo en el desarrollo psicomotor del recién nacido pretérmino y dar una mejor calidad de vida.

La prematurez por sí misma es un factor de riesgo neurológico prevalente en la población mexicana [15], por lo que se debe dejar claro la relación prematurez y vulnerabilidad para daño neurológico que puede condicionar un retraso en la adquisición de los hitos del desarrollo; considerando dentro de estos al control cefálico.

El inicio temprano de un programa de intervención con solidez científica y basadas en el neurodesarrollo permitirá consolidar el control cefálico fundamental para el desarrollo psicomotor subsecuente y dará a las maniobras vestibulares el peso suficiente para considerarlos dentro de las maniobras de intervención en niños de alto riesgo neurológico.

Si bien la principal función del fisioterapeuta es el dominio asistencial, es importante mencionar que sean los mismos profesionales de la rehabilitación los encargados de innovar con nuevos métodos que permitan y garanticen alcanzar los objetivos con los pacientes. Dentro de la rehabilitación pediátrica existen muchos cuestionamientos sobre si los métodos neurológicos empleados realmente tienen un impacto en el SNC del niño, para ello, parte de la innovación también debe consistir en demostrar de una forma menos empírica que realmente funcionan.

La propuesta de las maniobras vestibulares se fundamentan en el desarrollo, organización y función del SV, lo cual nos permite hacer inferencia de cuando se oscila la cabeza, estamos estimulando directamente los receptores del SV, respecto a lo anterior se puede relacionar que los estímulos provocados con las maniobras llegarán al SNC del niño.

Otro de los componentes que se deben de tomar en cuenta es la factibilidad de los nuevos métodos propuestos ya que mientras algunos métodos requieren de personal de la salud especializado o material costoso, el uso de las maniobras vestibulares, no requiere de un entrenamiento intenso ni de material exclusivo, cualquier personal de la salud que esté en contacto con un niño de alto riesgo estará capacitado para poder realizar las maniobras.

1.3. Objetivo general

Evaluar la efectividad de las maniobras vestibulares en la adquisición del control cefálico en recién nacido con factores de riesgo para daño neurológico.

1.3.1 Objetivos específicos

- Diseñar un programa de Estimulación Vestibular para recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico.
- Analizar el desarrollo del control cefálico que presenta el recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico a través del uso de indicadores de neurodesarrollo y biomecánicos (cualitativos y cuantitativos).

1.4. Hipótesis

Hi. Las maniobras vestibulares favorecerá a la consolidación del control cefálico en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico.

Ho. Las maniobras vestibulares no favorecerá a la consolidación del control cefálico en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Factores de riesgo para daño neurológico

Los factores de riesgo son toda aquella característica o circunstancia identificable en una persona (embarazo, parto, feto y/o neonato) o grupos de personas, que se asocia con un riesgo anormal de poseer o desarrollar una enfermedad o ser especialmente afectado de forma desfavorable por ella [16]. La mayoría de los autores está de acuerdo en que más de la mitad de las secuelas neurológicas del niño pueden tener su origen durante la gestación o alrededor del nacimiento, y son especialmente importantes dos causas, la prematuridad grave o moderada y el sufrimiento fetal [17], los podemos dividir desde el punto de vista que queremos investigar o analizarlos, desde un punto de vista epidemiológico existen condiciones sociales, médicas u obstétricas que se relacionan con un resultado reproductivo favorable o desfavorable.

En última instancia, los factores de riesgo son características definidas respecto a ciertos embarazos, feto y/o recién nacidos que se diferencian del resto de los miembros de la población. Otros puntos de vista en los que podemos clasificar los factores de riesgo, son estadístico, etiológico, patogénico o cronológico. Sin embargo, la clasificación que más se hace, es en 3 grandes grupos: Prenatales, Perinatales y Posnatales [18].

El grupo prenatal comprende desde la fecundación hasta trabajo de parto, el perinatal desde la semana 22, 154 días o 500 grs hasta los 7 días después del nacimiento y el neonatal: desde día 8 hasta el 28 día después del nacimiento. Dentro de cada uno de ellos son múltiples los factores que se pueden encontrar, en la *tabla 4* se muestran los de mayor incidencia de acuerdo a la literatura.

Tabla 1 Factores de riesgo Pre, Peri y Posnatales.

Grupo	Factores de riesgo
Prenatales	Diabetes materna [19] Escolaridad, procedencia y ocupación de la madre [20] Edad materna [21][22] Control prenatal [23] Hipertensión Arterial [24] Ruptura prematura de las membranas [25] Desprendimiento Prematuro de Placenta [26] y Placenta Previa Infección materna [27] Anemia [28]
Perinatales	Prolongación del trabajo de parto Sufrimiento fetal [29] Prolapso de cordón [30] Aspiración de meconio [31] Parto prematuro (prematuridad) [32] Asfixia perinatal [33]
Posnatales	Peso al nacer [34] Síndrome de dificultad respiratoria o membrana Hialina [35] Restricción de Crecimiento Intrauterino [36]

Fuente: Consolidación del control cefálico mediante maniobras vestibulares en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico, 2016.

2.1.1. Factores de riesgo en el Recién Nacido Pretérmino.

EL Recién Nacido Pretérmino (RNP), ha sido fuente de estudio en los últimos años, esto debido al problema de salud que implica el que exista un nacimiento previo a la edad gestacional ideal. Durante este tiempo se ha discutido mucho sobre la semana de gestación idónea para considerar a un niño a término. Desde 1949 donde la Primera Asamblea de Salud Mundial recomendó que los recién nacidos en Semanas de Gestación no tuviera alguna relación con el peso al nacer, esto porque se observó que muchos de los recién nacidos a término podrían llegar a pesar menos

de los 2,500 gramos, un año después la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo reconoció [37].

Se ha definido a los recién nacidos pretérmino a aquellos que nacieron antes de las 37 semanas de gestación cumplidas, a partir del primer día después del último periodo menstrual o Fecha de Última Menstruación (FUM) hasta su nacimiento[5].

La Academia Americana de Pediatría (AAP) y el Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia (ACOG) de igual forma definen al recién nacido pretérmino (RNPT) como a todo recién nacido menor de 37 semanas de gestación (SDG) [32].

A pesar de que al parecer existe unanimidad, tal cual está establecido en la definición del recién nacido pretérmino, aún hay controversia para definir con claridad las semanas ideales para tomar a un recién nacido a término, a continuación se presenta en la *tabla 1* las edades de periodo pretérmino encontrada en la literatura en los últimos años.

Tabla 2 Revisión de edades de periodo pretérmino en la literatura.

Fuente	Año	Periodo Pretérmino
Age Terminology During the Perinatal Period.	2004	“Chronological age reduced by the number of weeks born before 40 weeks of gestation” [37].
Consenso prematuro tardío.	2010.	“La nueva versión definió a los recién nacidos pretérmino a aquellos que tuvieron menos de 37 semanas de gestación cumplidas, contando desde el primer día del último periodo menstrual” [32].
Bayley	2006.	“Se debe tener en cuenta que se considera nacimiento prematuro el que

Escalas Bayley de desarrollo infantil – III.		ha tenido lugar a las 36 semanas o menos de gestación” [38].
Organización Mundial de la Salud.	Noviembre 2015. Nota descriptiva N° 363.	“Se considera prematuro un bebé nacido vivo antes de que se hayan cumplido 37 semanas de gestación” [39].
Epidemiology of Moderate Preterm, Late Preterm and Early Term Delivery.	2013.	“Moderate Preterm Birth 32-33 weeks. Late Preterm Birth 34-37 weeks. Early Term Birth 37-38 weeks” [40].
European variation in decision-making and parental involvement during preterm birth.	2014.	“Preterm birth is a global public health issue: 14.9 million babies were estimated to be born at <37 weeks’ gestational age in 2010” [41].
ADHD and developmental speech/language disorders in late preterm, early term and term infants.	2015.	“Infants were categorized as either late preterm (34 0/7 weeks through 36 6/7 weeks), early term (37 0/7 weeks through 38 6/7 weeks) or term (39 0/7 weeks through 41 6/7 weeks), with term infants being the control group” [42].
Definition of Term Pregnancy.	2013.	“Recommended Classification of Deliveries From 37 Weeks of Gestation. Early term: 37 0/7 weeks through 38 6/7 weeks Full term: 39 0/7 weeks through 40 6/7 weeks Late term: 41 0/7 weeks through 41 6/7 weeks Postterm: 42 0/7 weeks and beyond” [43].

<p>Epidemiology and 2008. causes of preterm birth.</p>	<p>“Preterm deliveries are those that occur at less than 37 weeks’ gestational age; however, the low-gestational age cutoff, or that used to distinguish preterm birth from spontaneous abortion, varies by location” [44].</p>
<p>Atención del recién 2009. nacido Sano, México, Secretaria de Salud.</p>	<p>“Recién Nacido a término producto del embarazo obtenido de 37 semanas de gestación o más” [45].</p>
<p>Comisión Nacional de 2013. Protección Social en Salud. Manual de Exploración Neurológica para Niños Menores de Cinco Años en el Primer y Segundo Nivel de Atención. Primera edición. México D.F.: Secretaría de Salud.</p>	<p>“Debe recordarse que para los niños nacidos antes de las 36 semanas de gestación se debe de calcular la edad corregida; después de los dos años ya no es necesario el realizar este cálculo” [46].</p>
<p>¿Qué es un niño 2015. prematureo?</p>	<p>“Se dice que un niño es prematuro cuando nace antes de haberse completado 37 semanas de gestación. Normalmente el embarazo dura unas 40 semanas” [47].</p>
<p>Informe de Acción 2013. Global sobre Nacimientos Prematuros.</p>	<p>“Para el informe, el nacimiento prematuro es definido como de menos de 37 semanas completas de gestación, que es la definición estándar de la OMS” [48].</p>
<p>Causas de nacimiento 2007. pretérmino entre madres adolescentes.</p>	<p>“Se definió como nacimiento pretérmino al ocurrido entre las semanas 20 y 36 de gestación” [22].</p>

Fuente: Consolidación del control cefálico mediante maniobras vestibulares en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico, 2016.

Como se observa en el la tabla anterior al menos en la literatura revisada se observa que en la mayoría de los autores y estudios la edad a término comienza a partir de las 37 semanas de gestación, por lo que en el presenté estudio se calculará la edad corregida de los participantes a 37 semanas.

Esto con el fin de homogenizar los datos y no exista un sesgo en la fecha en semanas de gestación o incluso en días de la edad en la que se consolido el control cefálico.

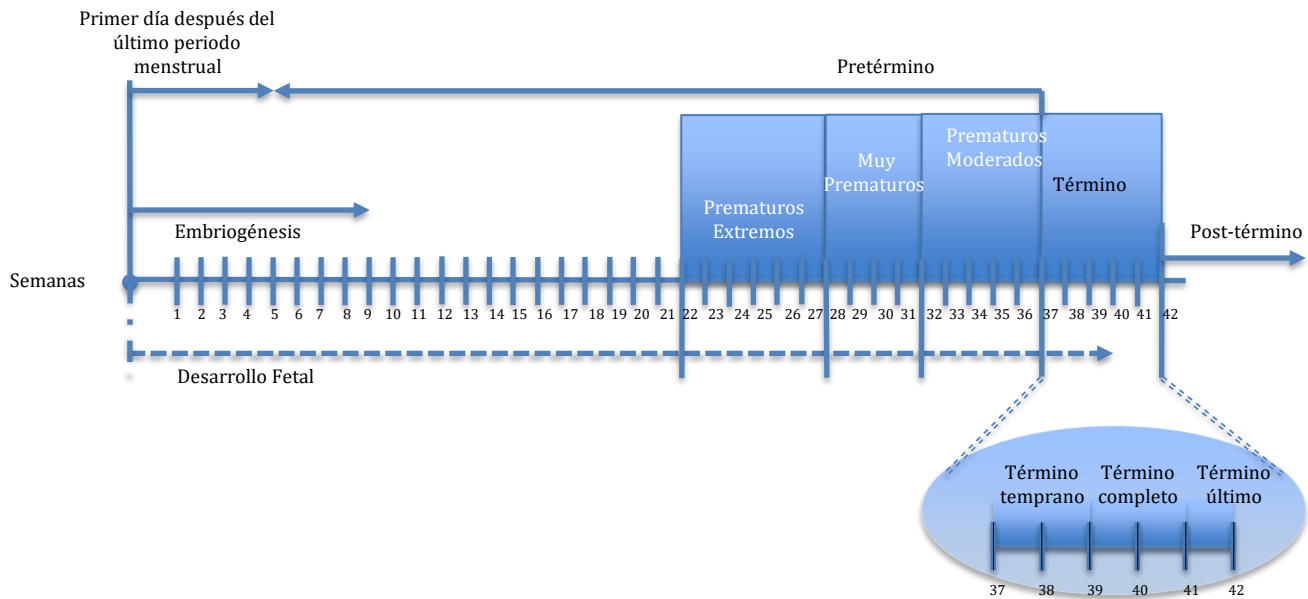
De igual forma no se ha podido definir con claridad los periodos idóneos para clasificar al niño pretérmino, por lo que en la literatura se encuentran distintos subgrupos. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud una de las clasificaciones es la siguiente:

- ❖ Prematuros extremos (<28 semanas)
- ❖ Muy prematuros (28 a <32 semanas)
- ❖ Prematuros moderados a tardíos (32 a <37 semanas)

Sin embargo no son las únicas clasificaciones, dentro de la literatura revisada se han encontrado hasta cuatro clasificaciones, todas dependiendo de las semanas que el autor considere como a término.

En el siguiente esquema se ejemplifica lo descrito anteriormente, clasificación que servirá como referencia para este estudio.

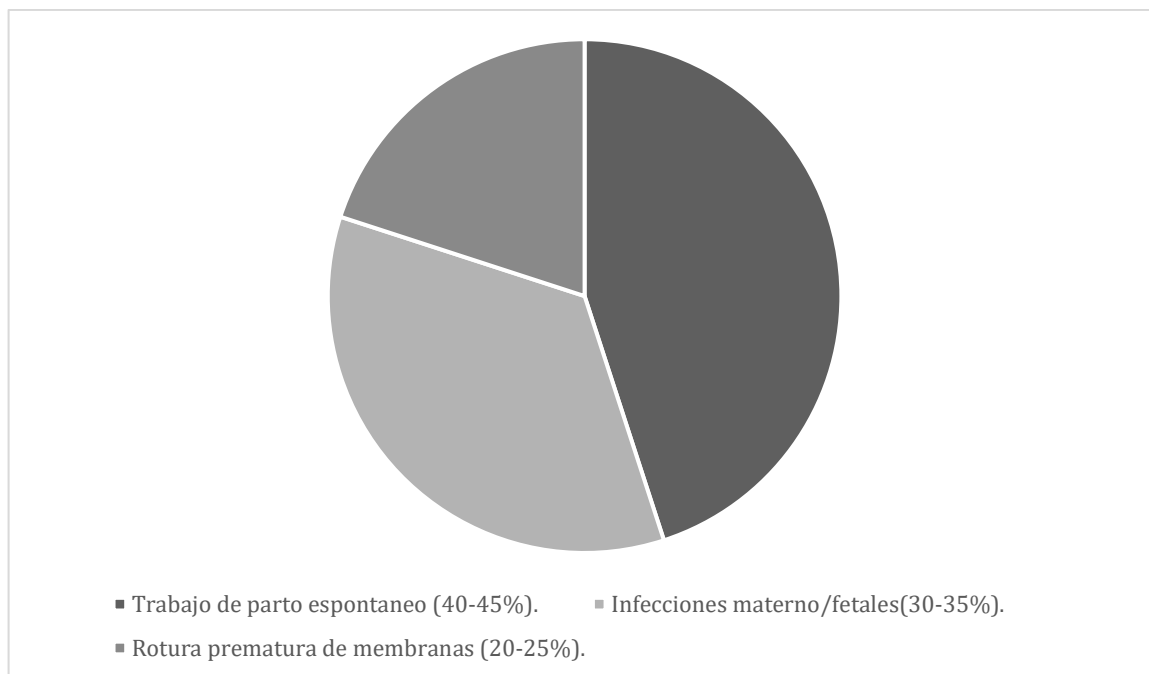
Ilustración 1 Esquema de periodo de gestación.



Son diversas las causas que conllevan a tener un parto prematuro, como tal no existe una causa exacta que conlleve a esta condición, por lo que durante este apartado se realiza un análisis de las principales causas.

Dentro de los precursores obstétricos que conducen a parto prematuro podemos encontrar el trabajo de parto prematuro o espontaneo, seguido de infecciones materno/fetales, ya sea en la que se induce el parto o es extraído por cesárea y por último la ruptura prematura de las membranas , contando si el parto es vaginal o por cesárea [44], como se muestra en la *gráfica 1*.

Gráfica 1 Causas Obstétricas de parto prematuro.



Fuente: Perspectives on Child Development in Child Health Care Chapter, 2006 [49].

Dentro de estas causas podemos clasificar en 4 grandes grupos, causas maternas, causas fetales, causas iatrogénicas y causas socioeconómicas [50]. Las más predominantes se muestran continuación:

Tabla 3 Tipos y Causas de la prematuridad.

Tipo	Causas
Fetales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Anomalías cromosómicas. ❖ Embarazo gemelar. ❖ Anomalías congénitas. ❖ Sufrimiento fetal.
Maternas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desprendimiento prematuro de placenta. ❖ Placenta previa. ❖ Falta de control prenatal. ❖ Enfermedades autoinmunes. ❖ Infecciones agudas. ❖ Partos prematuros previos. ❖ Malformaciones uterinas. ❖ Ruptura prematura de membranas. ❖ Toxemia.

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desnutrición. ❖ Complicaciones obstétricas. ❖ Talla menor a 1.50 cm. ❖ Abuso y consumo de drogas y sustancias psicotrópicas. ❖ Embarazos previos a los 3 meses del nacimiento . ❖ Estrés físico y emocional.
Iatrogénicas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción precoz al parto. ❖ Cesáreas planificadas.
Socioeconómicas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Edad menor a 18 años. ❖ Edad mayor a 40 años ❖ Capacidad económica baja. ❖ Madre soltera.

Fuente: Protocolo de atención de enfermería a mujeres que presentan amenazas de parto prematuro, 2012 [50].

Cada una de estas causas la podemos desglosar, como es el caso de la información que nos brinda Oviedo Cruz y colaboradores [22], en donde su estudio muestra un sub-clasificación de las causas de 252 madres menores de 18 años que tuvieron partos prematuros, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 4 Causas de prematuridad en madres menores a 18 años.

Causa	Frecuencia	Porcentaje
Idiopática	99	39.3
Rotura prematura de membranas	47	18.7
Embarazo múltiple (gemelar)	26	10.3
Restricción de crecimiento intrauterino	14	5.6
Defectos congénitos	14	5.6
Infección intraamniótica	8	3.2
Desprendimiento prematuro de placenta normoinserta	6	2.4
Oligohidramnios	6	2.4
Óbito	4	1.6

Placenta de inserción baja	1	0.4
Enfermedad materna	1	0.4

Fuente: Causas de nacimiento pretérmino entre madres adolescentes, 2007 [22].

Todos estas causas que conllevan a tener un parto prematuro, serán apenas el comienzo del riesgo neurológico que los recién nacidos presentan, para ello entonces tendremos que entender este concepto, pues así entenderemos la vulnerabilidad del SNC para que se pueda presentar un daño neurológico.

Cabe mencionar que para este estudio se realizó con una clasificación propia, con el fin de que en el instrumento se acomoden con mayor facilidad, así como realizar un análisis más rápido, las categorías son las siguientes.

- Hipóxico-Isquémico
- Hiperbilirrubinemia
- Hemorragia intraventricular
- Sepsis neonatal
- Infecciones de la madre
- Metabólicos
- Factores de riesgo secundarios

2.1.2. Riesgo neurológico

El Riesgo neurológico en el recién nacido no es un concepto nuevo, nace en Inglaterra en 1960, y lo definen como aquel lactante que por su historial pre, peri o postnatales, tiene más probabilidades de presentar durante los primeros años de vida, problemas de desarrollo, estos pueden ser cognitivos, motores, sensoriales o de comportamiento, su daño puede llegar hacer de manera transitoria o definitivos [51]. Como tal será toda circunstancia o situación que se sabe está asociada con el aumento en la probabilidad de padecer en un futuro características adversas al neurodesarrollo [52].

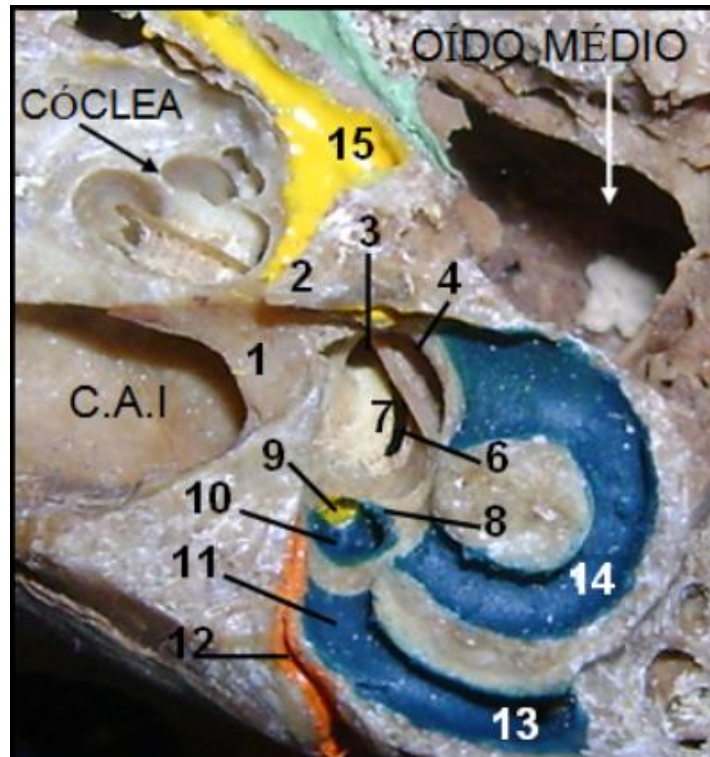
Entre un 3 y un 5% de todos los embarazos se consideran de alto riesgo y aproximadamente el 12% son de riesgo moderado [53]. El concepto de riesgo perinatal, sirve como instrumento de predicción que, además de considerar los riesgos maternos, incluye los riesgos para el recién nacido [20], por ello se debe considerar los múltiples factores que pueden causar este daño, ya que como todo recién nacido el SNC está vulnerable.

Es decir, la vulnerabilidad puede ser definida como una síntesis comprensiva de las dimensiones comportamentales, sociales y político institucionales implicadas en las diferentes susceptibilidades de individuos y grupos poblacionales a un “daño” a la salud y sus consecuencias indeseables como lo puede ser el sufrimiento, la limitación y/o en algunos casos la muerte[54]. Por lo que el SNC estará vulnerable al a un alto riesgo de “daño” neurológico, causado por factores que lleven a esta condición, para ello entonces, debemos hablar sobre los factores de riesgo.

2.2 Sistema vestibular

El Sistema Vestibular (SV) es un sistema complejo dentro del SNC, que por su conexiones a distintas estructuras encefálicas permite realizar acciones sofisticadas como lo son el equilibrio y la coordinación. La parte del SV localizado en el oído interno se le denomina vestíbulo y tiene como función determinar la posición de la cabeza en el espacio y detectar los movimientos a los cuales ésta es sometida, que desde el punto de vista funcional y anatómico, pertenecerá al primer nivel de organización llamado Sistema Vestibular Periférico (SVP), ubicado sobre la cavidad del hueso occipital como se muestra en la *Ilustración 2* [55], seguido de un procesador de información a nivel central (núcleos vestibulares) y un componente eferente para el control motor, es decir, una vía que envía a músculos axiales [56].

Ilustración 2 Ubicación de los receptores vestibulares (Cavidad del hueso occipital).



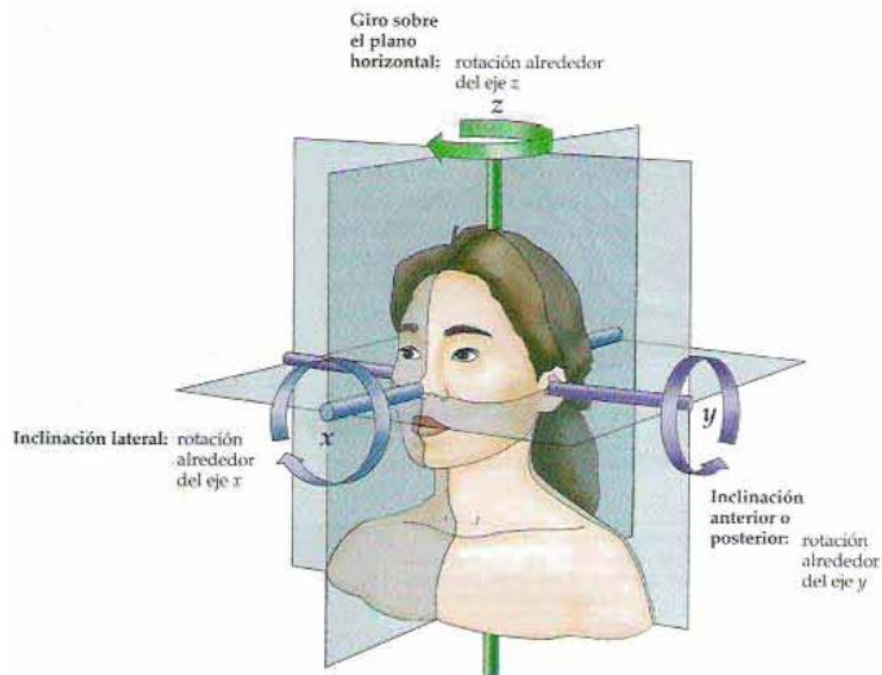
Fuente: Anatomía del aparato vestibular, 2015 [55].

2.2.1 Ontogenia y Fisiología del Sistema vestibular

El SVP consiste en un laberinto membranoso formado por dos órganos otolíticos conocidos como Utrículo y Sáculo, así como por tres canales semicirculares que, de acuerdo con su posición, se denominan anterior (superior), posterior y lateral (horizontal). El laberinto membranoso contiene en su interior un líquido llamado endolinfa, similar al espacio intracelular ya que contiene un rico contenido en K^+ y bajo en Na^+ , el laberinto membranoso se encuentra dentro del laberinto óseo del hueso temporal, a por lo contrario está ocupado por la perilinfa, el cual se asemeja al espacio extracelular por ser rico en Na^+ y bajo en K^+ [57].

Como ya se mencionó anteriormente el utrículo y sáculo, contienen máculas otolíticas que están situadas en 2 órganos sensoriales perpendiculares entre sí y dispuestas para detectar las aceleraciones o desaceleraciones lineales en los tres planos del espacio. Los receptores codificados para estar alertas a los estímulos de aceleración lineal producida en el plano paralelo a la mácula, aunque en menor medida pueden ser estimuladas por las fuerzas gravitatorias y por las aceleraciones de traslación, centrífugas y centrípetas. Cuando el cuerpo del ser humano se encuentra a la vertical las máculas del sáculo se encuentran situadas en un plano vertical y captan de forma eficaz las aceleraciones de los movimientos cefálicos de ascenso y descenso, y por lo tanto de las fuerzas gravitatorias. Al sáculo, además de su función como captor de aceleraciones verticales, se le atribuye una función inmunoprotectora del laberinto, observándose en él abundantes linfocitos. Por otro lado, las máculas del utrículo, al estar situadas en un plano horizontal, capta las aceleraciones lineales laterales y ventro-dorsales así como las inclinaciones de la cabeza. Por lo tanto, las aceleraciones o desaceleraciones lineales en los 3 planos del espacio son el estímulo más eficaz detectado por las máculas otolíticas.

Ilustración 3 Movimientos de la cabeza.



Fuente: Neurociencia, 2007 [58].

Por otra parte un actor de suma importancia son las células ciliadas de las máculas, que se encargan de transformar la energía mecánica, producida por el movimiento, en señales nerviosas. La actividad de las estas células está determinada por su polarización morfofuncional u organización ciliar, que es distinta en el utrículo y en el sáculo. Mientras en el utrículo el quinocilio se encuentra en la zona celular más cercana a la estriola, en el sáculo se encuentra en la porción más alejada a la misma. Cuando se alcanza el movimiento una velocidad constante, no existe ya un desfase entre el movimiento de cilios ni excitación de las células. Cuando el movimiento de la cabeza se desacelera, de nuevo existe un desfase entre el movimiento de las células maculares y de la membrana otolítica, sufriendo los cilios una deflexión en sentido contrario al quinocilio y por tanto una reducción en la liberación de aminas neurotransmisoras y una reducción en la tasa de estimulación neural hasta que la desaceleración cesa. Los células ciliadas solamente son estimuladas por movimientos longitudinales y nunca por movimientos en sentido lateral ni por compresión, mientras que las células ciliadas de los receptores otolíticos, no sólo están activas en movimiento sino que mantienen una actividad eléctrica espontánea en reposo, constante e intensa, existiendo una descarga continua de potenciales de acción en las fibras de los nervios vestibulares. Esta actividad continua está producida por el efecto excitador permanente de la fuerza de la gravedad sobre las máculas, sufriendose una desafección en la ingravidez. Esta actividad de base contribuye al mantenimiento del tono muscular en reposo y al mantenimiento de la postura además de ser un eficaz sistema para detectar la polaridad de las respuestas (positiva-aceleración y negativa-desaceleración) y excelente para mantener menores umbrales de excitación del receptor [57].

Por último los conductos semicirculares o canales semicirculares se han descrito y determinado su función desde 1842 por Flourens, pero no fue hasta dentro de 50 años hasta que Ewald que estableció la relación entre los planos de los canales semicirculares, la dirección del flujo endolinfático y la dirección de los movimientos inducidos de la cabeza y de los ojos. Así, formuló las que hoy se conocen como las leyes de Ewald [59]:

1. Las manifestaciones tónicas (fase lenta del nistagmo y desviaciones segmentarias y axiales) son de origen vestibular y se dirigen en el sentido de la corriente endolinfática.
2. En los conductos semicirculares horizontales el movimiento endolinfático ampulípeto es excitador y el ampulífugo inhibitor, siendo este último más eficaz, mientras que en los canales semicirculares superiores ocurre al contrario.
3. El movimiento endolinfático más eficaz provoca un movimiento de los ojos y la cabeza en su mismo sentido.

La estructura de los canales semicirculares está compuesta por tubos cilíndricos que forman dos tercios de una circunferencia y están orientados en los tres planos del espacio, de manera que el plano de cada uno de ellos forma con el de los otros dos un ángulo de 90 grados. De esta forma, son capaces de detectar los movimientos de aceleración angular en los 3 planos del espacio y los componentes vectoriales derivados de estos. El canal semicircular lateral (también llamado horizontal o externo) se encuentra situado en el plano horizontal, cuando el sujeto se encuentra en bipedestación y con la cabeza alineada con el tronco. Esta posición es teórica pues realmente se encuentra levemente inclinado caudalmente 25° respecto a la horizontal. El canal semicircular superior o anterior se sitúa en el plano frontal, casi perpendicular al eje del peñasco y el canal semicircular posterior se sitúa en un plano sagital, ambos desembocan en el vestíbulo por sus dos extremos, de los que uno, denominado la ampolla, tiene doble diámetro que el otro y es donde residen los receptores de movimiento angular, las crestas ampulares. Estas crestas tienen forma de silla de montar, situándose las células neurosensoriales en las dos vertientes de dicha silla, sustentadas por las células de sostén y cubiertas por una sustancia gelatinosa rica en mucopolisacáridos, llamada cúpula, que cierra herméticamente el espacio entre la cresta y el techo de la ampolla. Estas células neurosensoriales son células ciliadas compuestas de 50-100 estereocilios y un quinocilio que se sitúa en el vértice. Dos tipos de células ciliadas pueden distinguirse, las Tipo I, con forma de ánfora y posiblemente procedentes del sistema eferente con el fin de modular la actividad de las otras células ciliadas y las Tipo II con forma cilíndrica y verdaderas células receptoras, la localización cupular más

próxima al utrículo en el canal semicircular horizontal y en la posición más alejada en los otros dos canales [59].

Para activar los canales semicirculares es necesario que los receptores se estimulen por medio de aceleraciones angulares, por giro de la cabeza o bien rotación de todo el cuerpo. Estas aceleraciones desplazan de forma relativa la endolinfa a lo largo del canal semicircular, en sentido contrario al giro. Así, si giramos la cabeza hacia la derecha, se desplazarían ambos conductos semicirculares, que detectarían el movimiento. El canal semicircular horizontal derecho se desplazaría hacia la derecha, mientras la endolinfa quedaría fija chocando contra la cúpula que se flexiona hacia el utrículo [60].

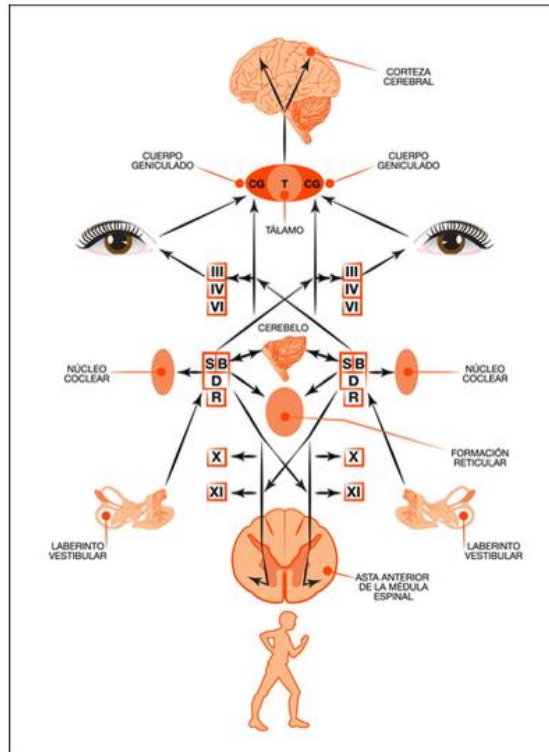
El procesador a nivel central son los núcleos vestibular ubicados en la protuberancia y el bulbo raquídeo por debajo del piso del cuarto ventrículo, que tras recibir la información proveniente de los 5 receptores, llegará a través del nervio Vestibular superior e inferior primero y luego por el 8vo par hacia el tronco cerebral. Las vías vestibulares centrales se inician con la primera neurona Vestibular en el ganglio de Scarpa dentro del hueso temporal. Que proyecta hacia las neuronas secundarias en el tronco cerebral. Allí se encuentran los núcleos vestibulares que son 4: superior, lateral, medial y descendente. En el núcleo lateral la información recibida es fundamentalmente homolateral. Cuando, por algún motivo, este núcleo es afectado exclusivamente, respetando a las otras estructuras centrales, el cuadro clínico es similar al de una lesión Vestibular periférica. Los núcleos del tronco tienen interacción con el centro del vómito y los centros autonómicos, de la sensibilidad propioceptiva y con el cerebelo, encargado de la orientación espacial del cuerpo, entre otras funciones. Sobre una misma neurona pueden converger aferencias de múltiples sistemas que interactúan modulando los reflejos vestibuloespinales y vestibulooculares. En los núcleos vestibulares hay variantes neuronales, están las activadoras de tipo I y las inhibidoras de tipo II. Las de tipo I se dividen en neuronas cinéticas y tónicas, las cinéticas reciben impulsos monosinápticos desde la periferia y no tienen actividad espontánea, sin embargo si tienen un umbral de excitabilidad

alto. Las tónicas, reciben impulsos a través de circuitos multisinápticos, tienen actividad espontánea y umbral de excitabilidad bajo [61].

Las neuronas de los núcleos vestibulares medio y superior reciben información de los cambios de aceleración angular horizontales y verticales y la proyectan hacia los núcleos oculomotores de los pares craneales III, IV y VI, esto es de suma importancia en la función vestibuloocular, ya que generan un movimiento del globo ocular ante las aceleraciones, para optimizar la visión central de la retina y contribuir a la estabilización de la mirada, además el Núcleo Vestibular medio envía información a las motoneuronas espinales cervicales y torácicas altas; gracias a ello se producen movimientos cervicales que también tienden a estabilizar la mirada y la postura. Las neuronas de los Núcleos Vestibulares lateral e inferior reciben informaciones de los otolitos utrículo-saculares y envían la información a las motoneuronas torácicas (Núcleo lateral) y lumbosacras (Núcleo inferior), con ello se generan movimientos que toman parte en la estabilización postural, para formar vías inhibitorias que, a través de vías comisuras del tronco cerebral, van de un Núcleo Vestibular medio al contralateral, también se reciben vías inhibitorias contralaterales de los N. Fastigi del cerebelo, esta inhibición contralateral es característica de los mamíferos y no se observa en las especies inferiores. Para la organización del sistema otolítico el Núcleo Vestibular inferior recibe la inhibición contralateral del córtex cerebeloso y la estimulación excitadora ipsilateral y del N. Fastigi contralateral. En función de lo anterior, el sistema vestibular tiene un perfecto control de los movimientos oculares y cráneo-corporales bajo la influencia moduladora del cerebelo [62].

De los núcleos vestibulares la información se reparte a al menos 9 estructuras encefálicas (*Ilustración 4*), muchas de ellas con reacciones reflejas vestibulares como es el caso de el reflejo vestibulococular, vestibulocolico entre otros [63], sin embargo para este estudio solo se analizara la parte motriz, es decir, que de los Núcleos vestibulares localizados en tronco del encéfalo, comenzará la formación motriz del SV, se dividen en ramas, fibras ascendente y otra descendente, constituyendo el conjunto de las mismas el llamado tracto Vestibular [64].

Ilustración 4 Vía Vestíbuloespinal.



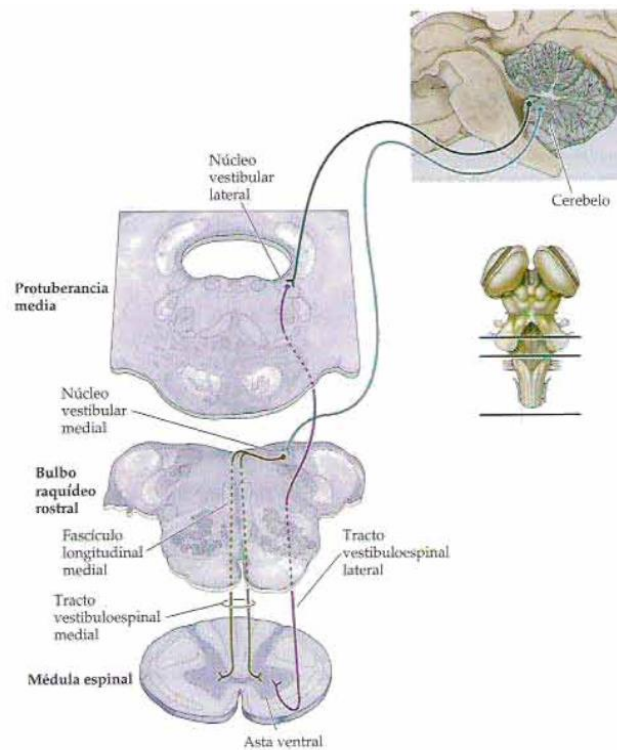
Fuente: Statistics of the vestibular input experienced during natural selfmotion: implications for neural processing, 2014 [64].

2.2.2 Fisiología vestibuloespinal

El reflejo vestibuloespinal se produce por información proveniente de los receptores vestibulares (utrículo, sáculo y conductos semicirculares) que, por vía refleja, brinda información a las motoneuronas del asta anterior de la medula espinal, y controla a través suyo la contracción de la musculatura antigravitacional, este reflejo permite la bipedestación, la realización de diversos movimientos como giros corporales, saltos o desplazamientos, evitando la caída. La información circula por el fascículo vestibuloespinal lateral que desciende homolateralmente por el cordón anterolateral de la medula, terminando en interneuronas y en motoneuronas alfa del asta anterior de misma, su porción rostro ventral del núcleo lateral se proyecta sobre la medula cervical y la dorso caudal sobre la medula lumbar, mientras que el fascículo vestibuloespinal medial se origina en el tercio rostral del núcleo medial y en la porción rostral del núcleo lateral proyectándose bilateralmente, si bien con

predominio homolateral, como se muestra en la *Ilustración 5*, cada axón emite colaterales a motoneuronas que inervan diferentes músculos cervicales para realizar movimientos compensadores de la cabeza en el plano del conducto semicircular estimulado [65][58].

Ilustración 5 Trayecto de la vía Vestibuloespinal.



Fuente: Neurociencia, 2007 [58].

Todos estos aspectos y su complejidad, se producen gracias a las conexiones vestibuloespinales que se reparten fundamentalmente en dos haces, el primero una vía vestibuloespinal lateral con un trayecto homolateral y terminación directa de las fibras en las motoneuronas espinales del asta anterior de la médula, teniendo una organización somatotópica, que estimula con su activación los músculos extensores e inhibe los flexores y la vía vestibuloespinal medial que controla exclusivamente la musculatura axial y ejerce influencias, facilitadoras e inhibitoras, en las motoneuronas espinales del cuello y dorso, para realizar movimientos

compensadores de la cabeza en el plano del conducto semicircular estimulado [66][67].

2.3 Desarrollo motor

El correcto desarrollo durante los primeros meses de vida es fundamental para la adquisición de las habilidades motrices, lo crucial en esta etapa es el despliegue de las habilidades organizativas, que el bebé trae consigo, y que le permitirán autorregularse y adaptarse al nuevo mundo extrauterino, menos protegido y más demandante. Tales habilidades organizativas son la base para la interacción con el entorno y los otros, en cosas tan vitales como la autorregulación en la alimentación, transitar entre el sueño y la vigilia de manera fluida y adaptarse a los cambios de ambiente. Durante los primeros meses de vida extrauterina el crecimiento físico, la maduración y la adquisición de competencias del recién nacido se producen en forma de brotes discontinuos. Éste adquiere nuevas competencias en los dominios motor grueso, motor fino, cognitivo y emocional[68]. El concepto de líneas de desarrollo resalta el modo en que las capacidades más complejas se construyen sobre las más simples; sin embargo también es importante comprender que el desarrollo en cada dominio sino que lo fundamental no es el número de neuronas (células nerviosas) que posee el cerebro, sino el número de conexiones (sinapsis) que establece gracias a la estimulación cerebral. El cerebro es capaz de modificarse a sí mismo en función de la cantidad y tipo de utilización que se haga de él. La provisión de aprendizajes nuevos y frecuentes es fundamental para el crecimiento del cerebro, que se adaptara literalmente al estilo de vida de cada persona desde el día de su nacimiento, ya que durante los primeros años el cerebro aprende más rápida y fácilmente, sentaremos las bases del aprendizaje posterior a través de estrategias como la estimulación, la repetición, la novedad [69].

El desarrollo motor es el principal dominio que se consolida en los primeros meses de vida de los niños, haciendo con esto una organización de acciones mucho más complejas como la cognición, el lenguaje y aspectos perceptuales sociales, pensando entonces y sabiendo que los movimientos observados durante los

primeros meses de vida de niños prematuros se desencadenara un retraso en el desarrollo psicomotor [70].

En la literatura y para autores de gran renombre en el estudio del desarrollo motor e intelectual, nos ofrece desde un punto de vista muy teórico la importancia del desarrollo motor en edades muy tempranas y contemplando como las raíces de las operaciones intelectuales que el niño desarrollará a lo largo de su vida las acciones sensoriomotoras aprendidas en los primeros meses de vida, es decir la organización intelectual precederá de los primeros esquemas sensoriomotoras como precursoras que orientan el desarrollo de estructuras sucesivas de mayor complejidad, a organización de los primeros patrones de movimiento lo que permite al niño realizar acciones prácticas y estas terminaran por facilitar a las operaciones mentales [71].

Dentro de los muchos teóricos sobre el desarrollo humano en general e infantil de gran renombre, Arnold Gesell y Myrtle McGraw, han proporcionado una importante descripción del desarrollo motor temprano, dentro de sus grandes trabajos resaltan la importancia de la postura y el movimiento como indicadores de los procesos internos de crecimiento, creando y dejando importantes teorías acerca del desarrollo integral como proceso unitario en donde los patrones de comportamiento tienden a seguir una secuencia de aparición ordenada genéticamente [72], a lo que hoy conocemos como desarrollo psicomotor y adquisición de hitos de desarrollo.

2.3.1 Hitos del desarrollo

Como se mencionó en el punto anterior el concepto tradicional, que sigue la escuela de Gesell [72], el desarrollo de las habilidades del niño se estudia organizado en áreas o dominios. Gesell propuso cuatro áreas del desarrollo: motricidad gruesa, motricidad fina, lenguaje y personal social, que hasta la fecha siguen siendo el eje del neurodesarrollo, Knobloch y colaboradores hicieron en 1987 un aporte de las áreas de desarrollo propuestas por Gesell y las dividieron de la siguiente manera: Área de la motricidad gruesa, fina, lenguaje, conducta personal social, conducta adaptativa. Sin embargo siguen siendo el mismo eje y manteniendo estos conceptos de hitos y

edades esperadas para la aparición de las conductas pero con ciertas consideraciones importantes, la primera de ellas es que el desarrollo no es un proceso rígido e igual en todos los niños. Tiene momentos de ganancias en algunas áreas y momentos de meseta en otras. Una progresión hacia adelante en un área puede acompañarse de una aparente declinación corta en otra. Los periodos de meseta son tiempos donde las conductas se consolidan, el desarrollo es un proceso cuantitativo donde se ganan conductas o hitos y cualitativo donde el niño cambia sus capacidades con cada ganancia [49]y, el segundo donde si bien la naturaleza tiene un peso real ahora se considera que el medio ambiente es igual de importante en el neurodesarrollo siendo el de mayor peso el área motor gruesa que comprende las reacciones posturales, equilibrio cefálico, postura de sentado, cuadrúpedo y marcha [73]. De acuerdo con algunos autores se muestra en la *tabla 5*, los Hitos de desarrollo y sus edad de consolidación [74][75][76][77].

Tabla 5 Hitos de desarrollo - Motricidad gruesa.

HITO DE DESARROLLO	DESCRIPCIÓN	EDAD
Control cefálico	Habilidad de mantener la cabeza erguida en relación a la gravedad, estableciendo un eje entre el cuerpo y la cabeza.	2-4 Meses
Posición de sentado	Adquisición del soporte en la pelvis, sin que exista oblicuidad; apoyo y estabilidad en las extremidades inferiores; restaurar las curvas fisiológicas y la orientación escapulo-torácica en el tronco y las extremidades superiores; y por último, alineación de la cabeza y el cuello.	5-8 Meses
Reacciones de protección	Respuesta que incluye la participación de las extremidades superiores, cuando la respuesta de enderezamiento de cuello es sobrepasada por la demanda que provoca el desplazamiento del centro de masa. Cumplen una función protectora, y se adquieren consecutivamente las anteriores (respuesta con extensión de brazos hacia delante), luego las laterales y finalmente las posteriores (brazos hacia atrás)	7-8 Meses

Patrón de arrastre	Ejecución de un desplazamiento en posición de decúbito prono. Este puede ser adelante, girando sobre el ombligo o hacia atrás.	7-8 Meses
Patrón de gateo	Primer movimiento armónico, simétrico y que mejora la coordinación con cuatro puntos de apoyo que realiza el bebé antes de su desplazamiento bípedo.	8-10 Meses
Movimientos posturales autónomos	Ajuste del cuerpo que requiere una integración vestibular y propioceptiva, conserva el centro de gravedad manteniendo alineados la cabeza y el cuerpo estabilizando los distintos segmentos corporales.	10-14 Meses
Patrón de marcha independiente	Serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco, que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad con un mínimo gasto de energía.	11-15 Meses

2.3.2 Control cefálico

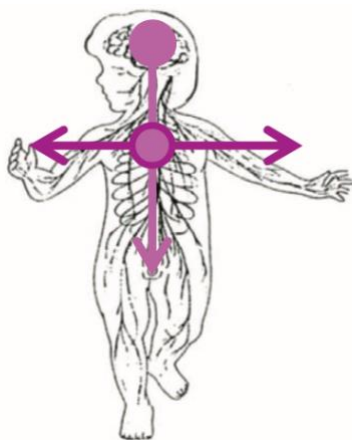
El Control Cefálico (CC) es la habilidad de mantener la cabeza erguida en relación a la gravedad, estableciendo un eje entre el cuerpo y la cabeza, debe llevarse a cabo entre los dos a cuatro meses y el niño podrá mantenerla durante al menos quince segundos o más, es necesario mencionar que se considera que después de los seis meses no es necesaria realizar maniobras de verticalización, puesto que debe estar presente de forma espontánea, en el caso de aun no realizarlo se considera como el primer indicador de un retraso en desarrollo psicomotor, ya que la adquisición de patrones básicos de movimiento están relacionados con la maduración neurológica, el primero en manifestarse es el control de la cabeza [78].

Para que se pueda llevar a cabo debemos entender sobre los mecanismos de enderezamiento que se dan en la intensidad de respuesta que sea evocada por el desplazamiento del centro de masa para mantener la organización del cuerpo en sentido vertical, podemos saber que estos están funcionando correctamente a través de que los niños pueden mantener la cabeza y cuello en la vertical, y participan de manera importante en la adquisición del CC. Para mantener o recuperar esta posición se requiere reclutar la musculatura tónica de cuello y cintura escapular [79].

A este procesos se le llama adquisición de patrones de movimiento (hitos de desarrollo), que como ya mencionamos se caracteriza por manifestarse de manera secuenciada de acuerdo con la maduración neurológica basada siempre en las dos leyes de desarrollo:

1. *Cefalocaudal*. El control progresivo del cuerpo va de la cabeza hacia la pelvis (es decir, desde el control cefálico hasta la marcha).
2. *Proximodistal*. Control del tronco del cuerpo hacia los brazos y las piernas.

Ilustración 6 Leyes de desarrollo.



Fuente: Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano, 2005 [80].

De acuerdo a esta maduración y con la adquisición de este tipo de reacciones el cuerpo se ubica con respecto a la posición adoptada por la cabeza, lo que provocará un aumento en la movilidad, determinado el incremento del tono de determinados grupos musculares. Con ello el cuerpo intenta reaccionar con reacciones de adaptación simétricas, es decir, que al flexionar la cabeza se incrementa el tono de la musculatura flexora de los Miembros Torácicos (MsTs) y de la musculatura extensora de los Miembros Pélvicos (MsPs) y por lo contrario al extender la cabeza se provocan movimientos contrarios, lo mismo sucede al girar la cabeza hacia un lado se produce el incremento tónico de los grupos extensores de los miembros hacia el lado que gira la cabeza, y de los grupos flexores de los miembros contralaterales [80]. El tono postural del CC resulta de la actividad diferenciada de

musculatura fásica y tónica que está estrechamente con los sistemas vestibular y propioceptivo para el control anti gravitatorio, estos mecanismos permiten que el cuerpo se mueva de manera eficiente venciendo la fuerza de gravedad en respuesta al desplazamiento, el procesamiento de la información vestibular de posición de la cabeza en el espacio [79].

2.4 Estudios relacionados

Dentro de la literatura revisada en bases de datos y plataformas de búsqueda de investigación en salud, no se encontró estudios que realicen una intervención mediante maniobras vestibulares en niños prematuros con factores de riesgo, lo que nos permitirá innovar y aportar al campo de las estrategias terapéuticas para la prevención o disminución del daño neurológico en esta población.

Algunos artículos como el reportado por Pelayo González, nos menciona que a pesar de los programas de intervención en niños prematuros frecuentes en nuestro medio profesional, en la mayoría de los casos su efectividad es evaluada por medio de escalas clínicas y por lo tanto cualitativas, por lo que en su trabajo decide utilizar marcadores con el uso del electroencefalograma convencional para la valoración de los efectos neurobiológicos en el neurodesarrollo, como efecto de un programa de intervención temprana para el desarrollo psicomotor, en niños nacidos con prematuridad, sus resultados indican que a pesar de la aplicación sistemática de los programas de estimulación, los bebés tienen acceso a las distintas etapas del desarrollo de la actividad motora, sin embargo permanecen por debajo de la curva de desarrollo reportada para niños sin prematuridad [81].

En otro estudio, se evaluaron 15 niños con hipoxia, utilizando la Escala de evaluación del desarrollo cinesiológico de Vojta y la Escala de estimación del desarrollo psicomotor de Hellbrügge, se elaboró un programa de corrección basado en los principios de estimulación vestibular y propioceptiva para activar posturas y posiciones humanas específicas y reducir la expresividad de los tipos identificados. Los ejercicios fueron los siguientes, Elevación de tronco con tracción de ambas manos, Volteo reflejo, Alzado, Sentado lateral, Sentado en el aire, Protección al

frente, Puntos de fijación boca abajo, Movimientos laterales, Gateo asistido [82]. En este artículo se tiene bastante relación, sin embargo lo que se intenta en este estudio a diferencia, es que toda las maniobras realizadas pertenecen a un grupo de métodos neurológicos que tienen como base neurológica la activación del sistema vestibular, sistema auditivo, sistema visual, sistema somatosensorial entre otros y en aquí se pretende aislar los ejercicios para solo activar el sistema vestibular.

Durante la publicación del artículo sobre a tesis doctoral de Lázaro Lázaro en la Universidad de Murcia, tuvo como objetivo aplicar una serie de ejercicios vestibulares con el fin de demostrar la eficacia de la estimulación psicomotriz y vestibular en la mejora de determinadas habilidades equilibradoras en niños y niñas con necesidades educativas especiales y con ello mejorar la situación de calma y tranquilidad de los pacientes con discapacidad intelectual [83].

Algunos otros autores han trabajado con ejercicios vestibulares para mejorar procesos de nistagmos o de coordinación, como fue el caso del artículo de ejercicios vestibulares para adultos propuestos por Byung In Han [84]. La estimulación vestibular se ha utilizado de hace bastantes años, incluso como propuesta de ejercicios, como es el caso del estudio experimental de los años cincuenta por Margaret M y Lawrence MD donde estudiaron el nistagmos como alteración del sistema vestibular [85].

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño del estudio

Se realizó un estudio cuasi-experimental [86], donde se comparó un grupo de lactantes antes y después de la intervención (preprueba – posprueba) con maniobras vestibulares; se tomó la comparación del grupo en intervalos de tiempo múltiples pero regulares antes y después de la intervención, por la complejidad de la muestra no se llevó a cabo con un grupo control aceptando el riesgo de sesgo que conlleva en la validez interna del estudio [87].

3.2 Universo y muestra

En Querétaro nacen alrededor de 90 bebés al día y aproximadamente el 10% enfrenta factores de riesgo que podrían generar una lesión cerebral. De éstos, cerca del 5% presenta algún tipo de daño cerebral que afecta su desarrollo motor (enfermedad motora central), sensorial (sordera, ceguera) y/o cognitivo (déficit de atención, desórdenes de aprendizaje y alteraciones de lenguaje) [88].

El estudio se llevó a cabo dentro de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIN) “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, la cual atiende pacientes de todo el Estado de Querétaro y de algunas otras partes del país. Los criterios de ingreso a la institución son iguales a los establecidos por esta investigación. Es decir posterior a su ingreso, el paciente tiene la posibilidad de ser atendido por cualquiera de las tres áreas de tratamiento existentes, para fines de la investigación se ha implementado otra área donde se realizaron los ejercicios vestibulares. De tal manera que los pacientes recolectados tengan la misma posibilidad de pasar a las 4 áreas, de acuerdo del protocolo establecido.

El muestreo utilizado para la investigación “Consolidación del control cefálico mediante maniobras vestibulares en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico” fue por muestreo simple por conveniencia durante el periodo Marzo a Noviembre de 2017, ya que no se puede controlar la afluencia o incidencia

de este tipo de pacientes al UIN, debido a las características de presentación de un bebé con riesgos altos de daño neurológico.

Por lo tanto el tamaño de muestra final fue de 11 lactantes con factores de riesgo para daño neurológico. Tomando en cuenta los siguientes criterios para la recolección de la muestra:

Criterios de inclusión.

Recién nacidos:

- Con presencia de factores de riesgo para daño neurológico.
- Que ingresen antes de los dos meses de edad corregida como edad máxima.
- Presenten y entreguen en recepción alta de egreso hospitalario de la institución gubernamental o privada donde nació el bebé, así como toda la documentación que le sea requerida en la UIN (informe médico completo con el cuestionario debidamente llenado, fotocopias de estudios, etc.).
- Presenten el tamiz neonatal, para descartar algún síndrome o alteración metabólica.
- Que se haya firmado previamente el consentimiento informado de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla.

Criterios de exclusión:

Recién nacidos:

- No sean candidatos a realizar las maniobras (esto lo determinarán en neuropediatría y en el área de control motor)
- Con problemas genéticos o malformaciones (Síndrome de Down, Síndrome dismórfico).
- Con alteraciones óseas (ontogénesis imperfecta, displasia o luxación congénita de cadera).
- Con alteraciones musculares (distrofia muscular).
- Con errores innatos del metabolismo (sospecha o diagnosticado).

- Con alteraciones neurológicas (central o periférica), Síndrome de West, Síndrome Lennox Gastaut, epilepsia incontrolable, hidrocefalia, microcefalia, lesión de plexos.
- Con enfermedades infectocontagiosas (TORCH Toxoplasma, otros virus, rubeola, citomegalovirus, hepatitis).
- Con otras alteraciones: hernias dependiendo de localización y tamaño.
- Con enfermedades con compromiso cardio-respiratorio.
- Con requerimiento de tanque de oxígeno.

Criterios de eliminación:

Recién nacidos

- Que se observe que el recién nacido presente signos de alarma que comprometan el desarrollo.
- Que se identifique que el padre o tutor no esté realizando el plan de tratamiento.
- Que acumule dos inasistencias a sus evaluaciones (Evaluación de desarrollo y Evaluación biomecánica).
- Padres de familia que decidan retirarse del protocolo.

3.3 Material y métodos

Con la aprobación del Comité de Investigación de la Facultad de Enfermería, Comité de Bioética y registro ante la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Querétaro; la Autorización de la Dra. Thalía Harmony Baillet, Directora de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, UNAM, campus Juriquilla, Qro. se realizó el estudio en tres etapas:

- 1.- Evaluación de la evolución de desarrollo y biomecánica antes de la intervención.
- 2.- Intervención mediante maniobras vestibulares.
- 3.- Evaluación de desarrollo y biomecánica posterior a la intervención.

Para la etapa 1 se consideró la utilización de las siguientes Pruebas:

1. Evaluación de desarrollo.

Se realizó con los ítems tomados de la Escala Bayley de desarrollo infantil-III, escala que evalúa el desarrollo de los bebés en tres dominios: cognitivo, lenguaje y motor. De los tres dominios evaluados por la Bayley-III se desprenden de la siguiente manera:

- Cognitiva: Cognitiva
- Lenguaje: Comunicación receptiva y Comunicación expresiva
- Motora: Motricidad fina y Motricidad gruesa

Siendo la motora de donde se tomaron los ítems de evaluación; los cuales para ser evaluado se tomó la regla de retorno y regla de terminación mismos de esta prueba y que se aplica para cualquiera de los apartados de las 3 escalas. La regla de retorno consiste en identificar si el niño obtiene 0 puntos en uno de los tres primeros ítems, se debe ir al punto de comienzo correspondiente a la edad anterior y , aplicar los ítems siguientes, la regla de retorno también se aplica al nuevo punto de comienzo. El evaluador debe continuar aplicando la regla de retorno hasta que el niño supere los tres primeros ítems consecutivos a partir del punto de comienzo correspondiente a cualquier edad. Después ha de continuar aplicando los siguientes ítems hasta que se cumpla el criterio de la regla de terminación. No se debe de volver aplicar ningún ítem que ya se ha aplicado. Sin embargo, es el examinador, durante la aplicación de una prueba, observa un comportamiento que el niño no ha mostrado con anterioridad, puede registrar esa puntuación en el ítem que corresponda.

La Bayley-III contiene varios ítems que requieren medir el tiempo con un cronometro (en estos casos los ítems se encuentran señalados, junto con el tiempo que debe de cronometrarse), por lo que es importante dar la calificación dentro del tiempo indicado.

Para determinar el punto de comienzo, se calculó la edad corregida del niño, que

como se mencionó anteriormente se tomará como semanas de corrección 37. Después de haber calculado la edad corregida, se puede determinar el punto de comienzo correspondiente, tomando en cuenta que para este estudio solo se contemplara hasta los 5 meses 15 días como última evaluación, como se muestra en la siguiente tabla 6.

Tabla 6 Puntos de comienzo para la aplicación Bayley-III.

Punto de comienzo	
Edad	Punto de comienzo
16 días - 1 mes 15 días	A
1 mes 16 días – 2 meses 15 días	B
2 meses 16 días – 3 meses 15 días	C
3 mes 16 días – 4 meses 15 días	D
4 mes 16 días – 5 meses 15 días	E

Fuente: Bayley Scales of infant and toddler development, 2006 [38].

La mayoría de las investigaciones realizadas y evaluadas con la Bayley-III, toman esta prueba como estándar de oro, gracias a su buen análisis de validez de contenido, intercorrelaciones y su relación con otras medias [38], así como su buena sensibilidad de entre 0.61 y 0.80 y una especificidad de 0.81 y 0.90 [89]; para la subescala Motor el coeficiente de correlación intraclase (ICC) es de 0,91 (CI 0,76-0,97) [90],y un alfa de entre .64 y .92 [91].

De acuerdo con lo anterior, para este estudio se utilizó los siguientes ítems correspondientes a la subescala motor gruesa de control cefálico:

Tabla 7 Ítems de evaluación de control cefálico de la subescala Bayley-III.

Ítem	Materiales	Criterios de puntuación y comentarios	Puntuación
Serie: control de la cabeza apoyado en el hombro, levanta la cabeza.	Cronómetro	<p>Sujetar al niño en posición vertical y con la barbilla descansando en el hombro del examinador. El examinador ha de asegurarse de que sujeta bien la cabeza del niño. Retirar la mano de la cabeza del niño con cuidado, teniendo en cuenta la capacidad del niño para levantar la cabeza manteniendo erguida y separada del hombro del examinador.</p> <p>Registrar, en el cuadernillo de anotación, durante cuánto tiempo el niño es capaz de mantener la cabeza erguida.</p>	<p>1 punto: el niño levanta, de vez en cuando, la cabeza sin apoyarse en el hombro del examinador.</p> <p>0 puntos: el niño no levanta la cabeza del hombro del examinador.</p>
Serie: control de la cabeza apoyando en el hombro, 3 segundos.	Cronómetro	<p>Sujetar al niño en posición vertical y con la barbilla descansando en el hombro del examinador. El examinador ha de asegurarse de que sujeta bien la cabeza del niño. Retirar la mano de la cabeza del niño con cuidado, teniendo en</p>	<p>1 punto: el niño mantiene la cabeza erguida por lo menos durante 3 segundos sin ayuda.</p>

		<p>cuenta la capacidad del niño para levantar la cabeza manteniendo erguida y separada del hombro del examinador.</p> <p>Registrar, en el cuadernillo de anotación, durante cuánto tiempo el niño es capaz de mantener la cabeza erguida.</p>	<p>0 puntos: el niño NO mantiene la cabeza erguida por lo menos durante 3 segundos sin ayuda.</p>
<p>Vuelve la cabeza de un lado al otro.</p>	<p>Objetos de interés.</p>	<p>Durante la evaluación , observar si el niño levanta y vuelve la cabeza de un lado a otro. Si no se obtiene esta información mediante observación incidental, atraer la atención del niño hacia un objeto. Por ejemplo, colocar el sonajero a un lado de la cabeza del niño y hacerlo sonar; repetir el procedimiento en el otro lado.</p>	<p>1 punto: el niño vuelve la cabeza de un lado al otro levantándolo de la superficie de apoyo como para dejar despejada la nariz. El niño debe de ser capaz de volverse a ambos lados.</p> <p>0 puntos: el niño NO vuelve la cabeza de a ambos lados o no la levanta de la superficie de apoyo para volverla.</p>

<p>Controla la cabeza en suspensión dorsal.</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Con el niño tumbado boca arriba incorporado y sujeto con las manos, retirar con cuidado la mano de la parte posterior de la cabeza del niño, teniendo en cuenta la capacidad del niño para mantener la posición de la cabeza sin que se le caiga hacia atrás.</p>	<p>1 punto: el niño mantiene la cabeza en su línea media del cuerpo o levanta un poco la cabeza.</p> <p>0 puntos: el niño NO mantiene la cabeza en su línea media o, conforme el examinador retira la mano, empieza a caérsele la cabeza hacia atrás.</p>
<p>Controla la cabeza en suspensión ventral.</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Colocar ambas manos debajo del niño, de manera que los pulgares del examinador queden por detrás de las axilas. Levantar al niño con cuidado a unos 20-25 cm de las superficie y sostenerlo boca abajo.</p>	<p>1 punto: el niño mantiene la cabeza en la línea media del cuerpo o levanta un poco la cabeza</p> <p>0 puntos: el niño es incapaz de mantener la cabeza en la línea media del cuerpo o, conforme el examinador lo levanta de la superficie,</p>

			empieza a caérsele la cabeza hacia delante.
Serie: control de la cabeza apoyado en el hombro, 15 segundos.	Cronómetro	Sujetar al niño en posición vertical y con la barbilla descansando en el hombro del examinador. El examinador ha de asegurarse de que sujeta bien la cabeza del niño. Retirar la mano de la cabeza del niño con cuidado, teniendo en cuenta la capacidad del niño para levantar la cabeza manteniendo erguida y separada del hombro del examinador. Registrar, en el cuadernillo de anotación, durante cuánto tiempo el niño es capaz de mantener la cabeza erguida.	1 punto: el niño mantiene la cabeza erguida y estable por lo menos durante 15 segundos y sin ayuda. 0 puntos: el niño mantiene la cabeza erguida durante menos de 15 segundos o no la mantiene estable.
Mantiene la cabeza en la línea media del cuerpo.	Objeto de interés y cronómetro	Observar si el niño es capaz de mantener la cabeza en la línea media del cuerpo cuando está tumbado sobre una superficie sin ningún apoyo en la cabeza. Si no se observa esta posición, colocar la cabeza del niño en su línea media (sin apoyo). Colocar un objeto en la línea media del niño, a unos 30 cm	1 punto: el niño mantiene la cabeza en la línea media por lo menos 5 segundos. 0 puntos: el niño NO mantiene la cabeza la cabeza

		por encima del pecho, de manera que el niño pueda mirar el objeto e intentar mantener la cabeza en la línea media.	en su línea media o lo hace durante menos de 5 segundos.
Mantiene la cabeza erguida mientras lo sujetan en brazos.	Ninguno	Sujetar al niño en brazos, apoyado en el pecho pero sin que la barbilla del niño descansa sobre el hombro del examinador. Pasear al niño por la habitación o mecerlo suavemente. Si la Cabeza del niño se balancea o parece inestable, el examinador ha de sujetarla con la mano y terminar este ítem.	1 punto: el niño mantiene la cabeza erguida y estable sin ayuda, mientras lo sujetan en brazos. 0 puntos: la cabeza del niño se balancea o parece inestable mientras lo sujetan de en brazos.
Serie: control de cabeza tumbado boca abajo, 45°.	Objeto de interés	Observar si el niño es capaz de levantar la cabeza cuando está tumbado boca abajo sobre una superficie; el niño también puede elevar el pecho con los brazos. Si no se obtiene esta información por observación incidental, el examinador ha de situarse frente al niño y mostrarle un objeto a unos 30 cm por encima de la superficie o hablarle, con el objeto de atraer su atención y de que levanta la cabeza.	1 punto: el niño mantiene la cabeza levantada, como mínimo , 45° respecto a la superficie por lo menos durante 2 segundos. 0 puntos: el niño levanta la cabeza menos de 45° respecto a la superficie o lo hace

		Si el niño levanta la cabeza por lo menos 90° respecto a la superficie, registrar, en el cuadernillo de anotación, durante cuánto tiempo es capaz de sostener la cabeza en este ángulo.	durante menos de 2 segundos.
Mantiene la cabeza erguida cuando lo inclinan.	Ninguno	Sujetar al niño erguido sobre una superficie. Inclinarse despacio el cuerpo del niño hacia delante 45° y volver a la posición inicial. Esperar unos segundos. Desde la posición inicial (erguido), inclinar despacio el cuerpo del niño hacia la derecha y hacia la izquierda, volviendo siempre a la posición inicial (erguido) y esperando unos segundos antes de inclinarlo en otra dirección.	1 punto: el niño mantiene la cabeza en equilibrio y en el mismo plano que el cuerpo, o inclina la cabeza hacia el plano vertical. 0 puntos: el niño NO ajusta la posición de la cabeza cuando se lo mueve de lado a lado o de delante atrás, o parece inestable.
Serie: elevación del tronco tumbado boca abajo, Codos y antebrazos.	Objeto de interés	Durante la evaluación, observar si el niño empuja hacia arriba con ambos brazos para levantar la cabeza del pecho. Si no se obtiene esta información por observación incidental, el examinador ha de situarse delante del niño y	1 punto: el niño eleva la cabeza y la parte superior del tronco (tórax) empujando hacia arriba con los codos o los antebrazos. El

		<p>mostrarle un objeto a varios centímetros por encima de la superficie, con el objetivo de atraer su atención y de que se levante. Observar si el niño cambia el peso de un brazo a otro cuando intenta coger el objeto.</p>	<p>abdomen, las caderas y los muslos deben estar en contacto con la superficie. Puntuar con 1 si el niño eleva el tronco utilizando los brazos extendidos.</p> <p>0 puntos: el niño NO eleva el tronco o utiliza las piernas para elevar el abdomen.</p>
<p>Serie: control de la cabeza tumbado boca abajo 90°.</p>	<p>Objeto de interés y cronómetro</p>	<p>Observar si el niño es capaz de levantar la cabeza cuando está tumbado boca abajo sobre una superficie; el niño también puede elevar el pecho con los brazos. Si no se obtiene esta información por observación incidental, el examinador ha de situarse delante del niño y mostrarle un objeto a 30 centímetros por encima de la superficie, con el objetivo de atraer su atención y de que levante su cabeza. Observar si el niño cambia el peso de un brazo a otro cuando intenta coger el objeto.</p>	<p>1 punto: el niño mantiene la cabeza elevada, como mínimo, 90° respecto a la superficie por lo menos durante 5 segundos. El abdomen y los muslos deben estar en contacto con la superficie.</p> <p>0 puntos: el niño levanta la cabeza menos de 90° respecto a la</p>

			superficie o lo hace durante menos de 5 segundos.
Serie: elevación del tronco tumbado boca abajo, con un brazo.	Objeto de interés	Durante la evaluación, observar si el niño empuja hacia arriba con ambas manos para levantar la cabeza del pecho. Si no se obtiene esta información por observación incidental, el examinador ha de situarse delante del niño y mostrarle un objeto a varios centímetros por encima de la superficie, con el objetivo de atraer su atención y de que el niño se levante. Observar si el niño cambia el peso de un brazo a otro cuando intenta coger el objeto.	1 punto: el niño cambia el peso de un brazo al otro. 0 puntos: el niño No cambia el peso de un brazo a otro.

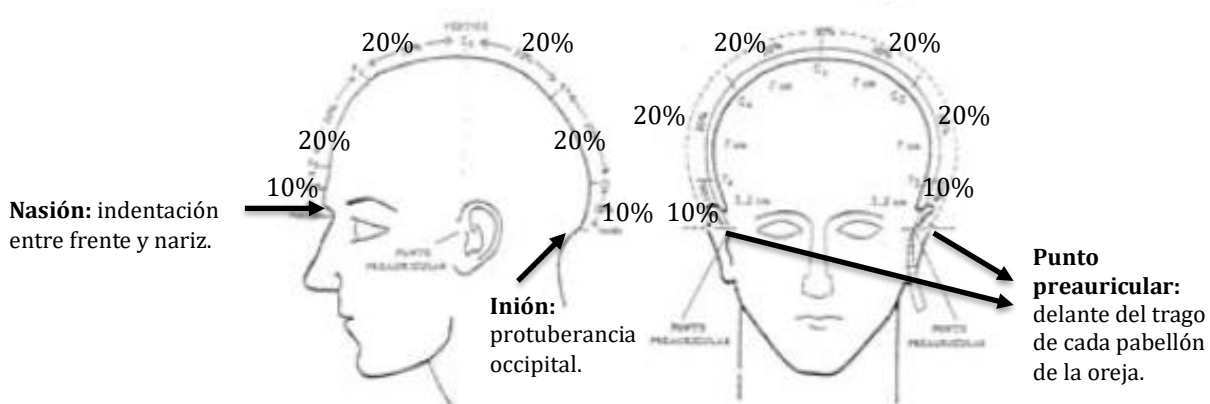
Fuente: Bayley Scales of infant and toddler development, 2006 [38].

2. Evaluación biomecánica

Para la evaluación biomecánica se tomó un registro por medio de un sensor (acelerómetro), estos tienen la capacidad de medir en 3 ejes el movimiento angular y la velocidad que tarda un punto en llegar a otro.

Para poder llevar este análisis se colocó el sensor sobre la cabeza del bebé, en la posición CZ del sistema internacional 10-20. El sistema internacional 10/20 es el más utilizado hasta la actualidad para la toma de conducciones eléctricas del SNC (Electroencefalograma), ya que consiste en ubicar los electros de tal forma que el electrodo inactivo o común se coloca alejado del cráneo (lóbulo de la oreja, nariz o mentón). Para ello se deben de tomar 2 puntos de referencia: nasión e inión, para que a partir de ellos el 10% por encima de los puntos de referencia se encuentran los planos pre frontal y occipital, el resto está dividido en cuatro partes iguales de 20% respectivamente [92][93].

Ilustración 7 Sistema internacional 10-20.



Fuente: Modificado de Manual Básico para enfermeros en electromiografía, 2011 [93].

Ya que se haya colocado el sensor, se procedió a realizar una maniobra verticalización, en la que el bebé colocado sobre la superficie, se tomara por ambos

brazos bloqueando los codos (impidiendo que se flexionen los codos), se levantara el tronco hasta 45° con una tracción de manos, esperando a que el bebé llegue a la línea vertical. El habilitador debe de acompañar el esfuerzo del bebé hasta que logre llegar a la línea media.

Ambas pruebas se encuentran en el “Instrumento de evaluación de control cefálico y colocación del sensor” (Anexo 1).

Durante la etapa 2 se propuso una serie de maniobras vestibulares (Tabla 8), que de acuerdo al análisis de activación de receptores, se puede inferir que al realizar las maniobras se activará al sistema vestibular y por lo tanto vías que se encargan de enviar estímulos a músculos del eje axial (cabeza, cuello y tronco).

La validación de las maniobras se llevó a cabo por medio del Método Delphi, donde se le pidió un consenso sobre las maniobras, estas basadas en cada uno de los puntos de validación, donde se les pidió enviar sus observaciones y retroalimentaciones (feedback), por lo que se está trabajando con un método convencional y político, ya que se les envió el listado de las maniobras para sus retroalimentaciones y validación, sin embargo, el objetivo no fue que el grupo tomara una decisión, sino que un grupo de expertos presenten todas las opciones, sugerencias o modificaciones posibles. Dentro de ellos se encontró profesionales de la salud con amplia experiencia en el ámbito pediátrico y un experto en metodología[94].

Los validadores fueron seleccionados de acuerdo a su formación y largo trabajo en la rehabilitación pediátrica, con la experiencia para poder validar cada una de las maniobras ya que han trabajado con los distintos métodos de aplicación para la habilitación del Sistema Nervioso Central en lactantes con factores de riesgo para daño neurológico. Así mismo con el conocimiento metodológico que esto implica, ya que han trabajado dentro de la investigación científica dentro de la pediatría.


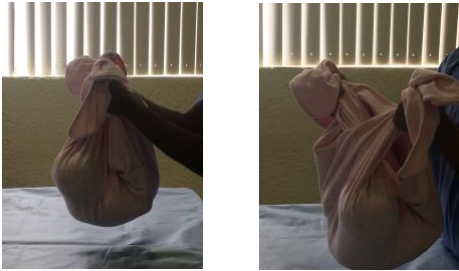


Ya con las maniobras validadas y para poder llevarlas a cabo, se explicó a cada uno de los padres en qué consistió la intervención, número de sesiones al día y se dio

indicaciones de las siguientes maniobras:

- Numero de sesiones: 4 sesiones diarias.
- Duración aproximada: 45 minutos por sesiones.

En el **Anexo 4** se muestra un ejemplo de la hoja de tratamiento, donde se describen los ejercicios y su dosificación.

Tabla 8 Maniobras Vestibulares.

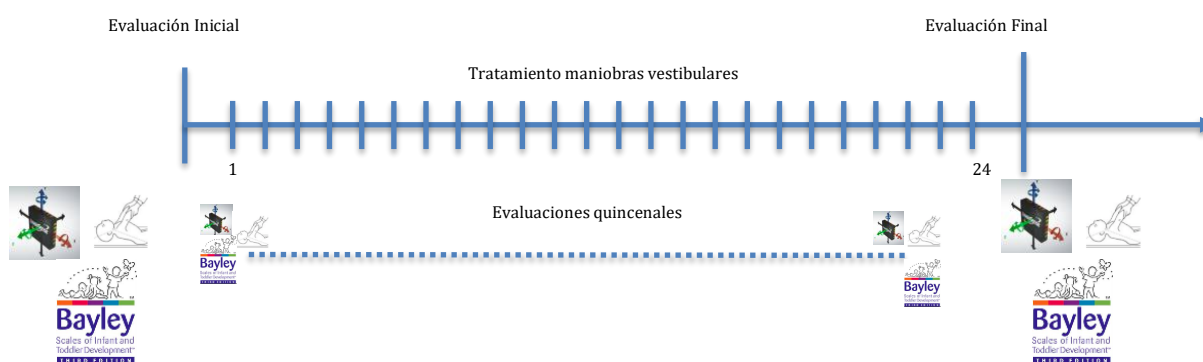
Nombre de la maniobra.	Descripción de la maniobra	Tiempo	Ilustración
Balanceo de cabeza	El habilitador sujeta al bebé por su costado (debajo de los brazos), suspendido e inclinado a 45° hacia el frente, se balancea de derecha a izquierda suavemente.	3 series de 2 minutos x 30 segundos de descanso.	
Mantado	Se coloca al bebé sobre una sábana de manera transversal, tomando las dos puntas contrarias de la sábana (extremo cabeza con extremo piernas y extremo mano derecha con extremo mano izquierda) hasta quedar en una sola al centro. Balancear de derecha a izquierda y de arriba abajo respectivamente.	3 series de 2 minutos x 30 segundos de descanso.	
Columpio	Montar al bebé sobre un columpio o una hamaca. Balancear en sentidos de derecha a izquierda, atrás adelante, vueltas a la derecha y vueltas a la izquierda.	5 minutos.	
Rodados	Con ayuda de dos habilitadores, colocar al bebé sobre una sábana de forma horizontal, tomando la sábana de las dos puntas (cabeza y pies) de ambos lados. Levantar a 45° y esperar la respuesta del bebé girándose sobre su costado. Repetir del lado contrario.	3-5 minutos.	

Nombre de la maniobra.	Descripción de la maniobra	Tiempo	Ilustración
Balanceo con el padre	Colocar al bebé boca arriba sobre las manos del habilitador que se encontrará sentado, una mano sosteniendo la cabeza y otra sosteniendo el cuerpo, frente a frente. Balancearlo de adelante hacia atrás como si fuese una mecedora.	2 series de 3 minutos x 30 segundos de descanso.	
Mantado inverso	Colocar al bebé sobre la sábana boca abajo de manera horizontal, dos habilitadores tomando cada uno desde los extremos de la sábana, balancean de derecha a izquierda y de adelante hacia atrás (puede realizarse con un habilitador tomando los 4 extremos).	2 series de 3 minutos x 30 segundos de descanso.	
Suspensión dorsal	El habilitador se coloca en una silla, con una inclinación ligeramente hacia adelanté, toma al bebé por los costados, boca abajo y de manera horizontal, lo suspenderá a una altura de 20 a 30 cm sobre la superficie (usar colchoneta de protección). Realizar movimientos pendulares (adelante-atrás y derecha-izquierda).	3 serie de 2 minutos x 30 segundos de descanso.	
Tracción horizontal de cabeza	Se coloca al bebé boca abajo; se colocan ambas manos del habilitador a los costados de la cabeza, justo a la altura del pabellón auricular (sin obstruir el canal auditivo). Rotar a cada lado con una ligera tracción en dirección a nuestro cuerpo, en un mismo movimiento.	10 veces por cada lado.	

Al final se verificó que los padres hayan aprendido las maniobras, pidiendo a cada uno de ellos que las replique, cabe mencionar que los padres estuvieron supervisados 4 días a la semana para la correcta ejecución de los ejercicios y por si alguno de los padres tenía alguna duda sobre la intervención.

Por último, durante la etapa 3 se evaluó con ambos instrumentos cada 15 días respectivamente, hasta que la prueba Escala Bayley de desarrollo infantil-III nos haya arrojado que el paciente ha consolidado el Control cefálico o en el caso que haya cumplido con 24 semanas (6 meses) de tratamiento.

Ilustración 8 Metodología del estudio.



3.4 Plan de análisis

Para el análisis se realizó una base de datos en el programa estadístico IBM SPSS ver. 20 con las variables sociodemográficas, los resultados de la Escala Bayley de desarrollo infantil-III y los resultados arrojados por los cambios de voltaje del sensor.

Los puntajes crudos obtenidos de la evaluación con la BDI se convirtieron en puntajes de desarrollo y posteriormente en percentiles, mediciones que la misma escala probó. Se utilizó una prueba no paramétrica de Friedman para comparar los

puntajes de desarrollo de cada lactante a lo largo del tratamiento con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. En las pruebas que resultaron significativas se aplicó la prueba T de rangos con signo de Wilcoxon ($T_{\text{obt}} \leq 13$, g.l.=10) que hace correcciones por el número de pruebas realizadas (corrección por comparaciones múltiples) para muestras relacionadas.

Para el análisis de la prueba de verticalización, aceleración y ángulo de la cabeza, se exportaron los datos del software al programa MATLAB donde se llevó a cabo el filtrado, para este fin, se optó por emplear el filtro promediador ya que éste es una opción apropiada para eliminar ruido de muy baja frecuencia. El principio de funcionamiento del filtro se basa en la operación matemática del promedio aritmético. El filtrado se hace al tomar valores pasados de la señal y promediarlos; de esta manera se eliminan oscilaciones, que constituyen ruido de baja frecuencia, sin alterar el resto de la señal[95]. Matemáticamente, el filtro se define como

$$y(n) = \frac{x(n) + x(n - 1) + \dots + x(n - k)}{k + 1}$$

donde $y(n)$ es la señal filtrada y $x(n)$, $x(n-1)$ y $x(n-k)$ representan la señal (aceleración) actual, la señal retrasada un instante de tiempo y la señal retrasada k instantes de tiempo. Evidentemente, entre más grande sea el número de muestras pasadas, la señal resultante será más suave, a costa de empezar a mitigar las oscilaciones que son parte del movimiento de recién nacido. En este trabajo se emplea una $k=5$ para filtrar la señal. De esta manera, la ecuación queda definida como:

$$y(n) = \frac{x(n) + x(n - 1) + x(n - 2) + x(n - 3) + x(n - 4) + x(n - 5)}{6}$$

3.5 Ética del estudio.

Para éste estudio se considera la declaración de Helsinki y las recomendaciones para la investigación biomédica en seres humanos, la cual se adaptó en la 18ª Asamblea Médica Mundial en la declaración de Helsinki en 1964 Revisada por la 29ª Asamblea Médica Mundial en Tokio en 1975, y tomado de la última versión en 2015 [96].

En el presente estudio, conforme a la Norma Oficial Mexicana Proy-NOM-012-SSA3-2007 de investigación, se sujeta a su reglamentación ética, solo se requiere del consentimiento informado de los sujetos encuestados para realizar el estudio, garantizándose la confiabilidad de los resultados, sin verse afectados alguno de los entrevistados, así como la utilización de los mismos para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio.

De acuerdo a la Ley General de Salud en su título quinto: Investigación para la salud, artículo 96, la investigación para la salud debe comprender el desarrollo de acciones que contribuyan al conocimiento de los procesos tanto biológicos como psicológicos en los seres humanos; al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social; a la prevención y control de los problemas de salud que se consideren prioritarios para la población, teniendo en cuenta el estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud.

El artículo 100 hace referencia a que la investigación en seres humanos deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, esta solo podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo; podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en estudio; se deberá contar con el consentimiento por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquél, sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones

médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes; el profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, invalidez o muerte del sujeto en quien se realice la investigación [97].

Para poder ser parte de la investigación se solicitó la firma del consentimiento ya establecido por la UIN (anexo 3), donde describe claramente a que están obligados los lactantes que ingresen al protocolo, así como las condiciones de trabajo por parte de institución y cuál será el motivo por el cual se podría dar de baja al lactante.

IV. RESULTADOS

El grupo de lactantes con factores de riesgo para daño neurológico estuvo compuesto por 11 individuos, de los cuales el 18.2% fueron de género femenino y 81.8% masculino, con una edad gestacional media de 34.8 ± 3.79 semanas. Los factores de riesgo y hallazgos imagenológicos se encuentran resumidos en la tabla 9.

Tabla 9 Incidencia de factores de riesgo para daño neurológico.

Característica	n(%)
Hipóxico Isquémico	11 (100)
Hiperbilirrubinemia	9 (81.8)
Infecciones de la madre	9 (81.8)
Sepsis neonatal	7 (63.6)
Metabólicos	4 (36.4)
Hemorragia Intraventricular	3 (27.3)

4.1. Análisis de la evaluación de desarrollo.

Simultáneamente se aplicó cada dos semanas la subescala motora de la Escala Bayley III de Desarrollo Infantil (BDI) para evaluar de forma conductual el desarrollo motriz de los participantes con especial atención a la motricidad gruesa.

Se evaluó el desarrollo psicomotor en los 11 lactantes. Los que ingresaron al protocolo de forma más temprana se evaluaron desde los dos meses de Edad Corregida (E.C.) y todos fueron seguidos hasta lograr el control cefálico o hasta los seis meses E.C.

Las evaluaciones se realizaron de forma periódica con un espacio entre cada evaluación de aproximadamente 15 días. El puntaje crudo fue convertido a puntuación de desarrollo. Se obtuvo el promedio para cada evaluación realizada. En la evaluación realizada a los dos meses E.C. se incluyó a seis lactantes y se obtuvo un promedio de 284.4 con una desviación estándar de 23.9. A los dos meses y medio E.C. se incluyó a 9 lactantes y se obtuvo un promedio de 310.6 ± 26.3 . Los 11 lactantes fueron evaluados a los tres, tres y medio y cuatro meses E.C. y obtuvieron puntuaciones medias de 330.5 ± 28.0 , 351.5 ± 16.7 y 358.3 ± 16.2 , respectivamente. A los cuatro meses y medio y cinco meses E.C. se evaluó a ocho de los lactantes y se obtuvieron promedios de 364.8 ± 13.8 y 367.4 ± 15.8 , respectivamente. La última evaluación se realizó a cinco lactantes con cinco y medio meses E.C. y se obtuvo un promedio de 373.0 ± 15.2 .

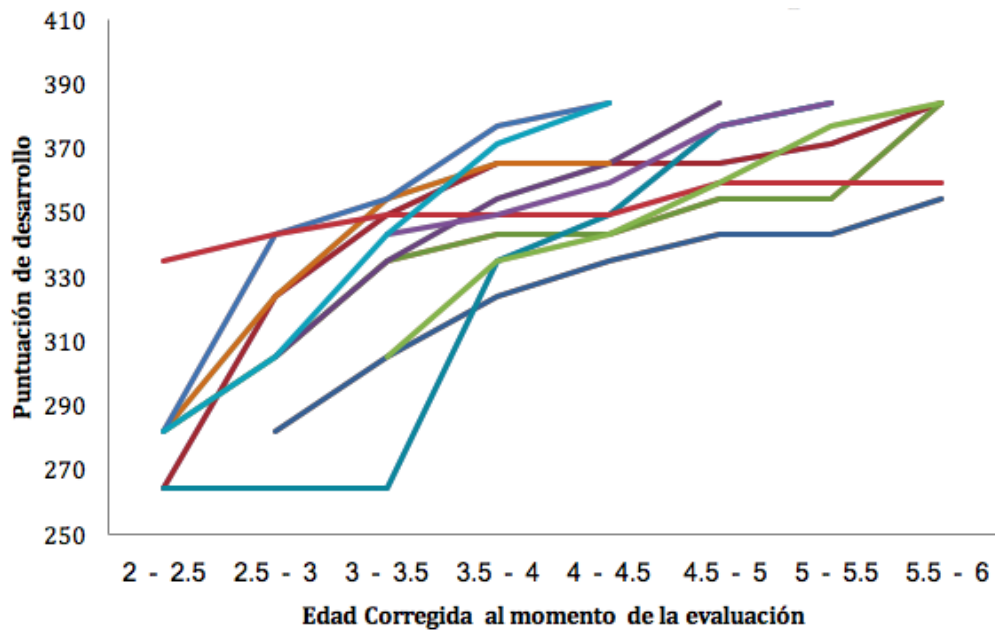
Las puntuaciones de desarrollo de cada lactante se encuentran resumidas en la tabla 10 y en la gráfica 2.

Tabla 10 Puntuaciones de Desarrollo Psicomotor.

Sujeto/Edad	Evaluación del desarrollo psicomotor							
	2 - 2.5	2.5 - 3	3 - 3.5	3.5 - 4	4 - 4.5	4.5 - 5	5 - 5.5	5.5 - 6
1		282	305	324	335	343	343	354
2	264	324	349	365	365	365	371	384
3	282	305	335	343	343	354	354	384
4		305	335	354	365	384		
5	264	264	264	335	349	377	384	
6	282	324	354	365	365			
7	282	343	354	377	384			
8	335	343	349	349	349	359	359	359
9			305	335	343	359	377	384
10			343	349	359	377	384	
11	282	305	343	371	384			
Promedio	284.4	310.6	330.5	351.5	358.3	364.8	367.4	373.0
D. E.	23.9	26.3	28.0	16.7	16.2	13.8	15.8	15.2

D.E.: Desviación Estándar.

Gráfica 2 Evaluación del desarrollo psicomotor.



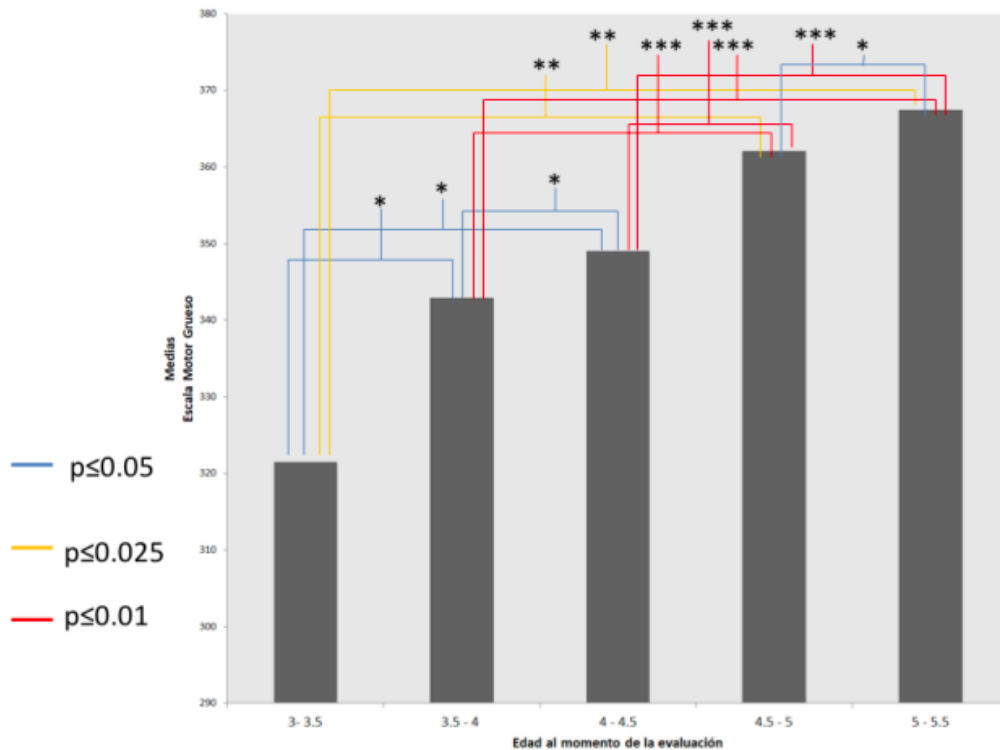
Se compararon las mediciones obtenidas a partir de los tres meses E.C. y hasta los cinco meses E.C. Se encontraron diferencias significativas en todas las comparaciones. Los valores de p obtenidos en la prueba estadística se muestran en la Tabla 11 y en la gráfica 3.

Tabla 11 Comparación de medias.

T _{obt} ≤ 13 g.l.=10	Evaluaciones				
	1	2	3	4	5
1		0.05*	0.042*	0.023**	0.019**
2			0.035*	0.01***	0.009***
3				0.008***	0.008***
4					0.068*

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.025$ *** $p \leq 0.01$

Gráfica 3 Resultados de la comparación entre evaluaciones del desarrollo.



* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.025$ *** $p \leq 0.01$

4.2. Análisis de la evaluación biomecánica.

Para la evaluación biomecánica se filtraron y analizaron las señales, para este proceso solo se pudo utilizar de manera descriptiva y completar en 5 de los pacientes, en ellos se mostró una diferencia cualitativa en cuanto al tiempo de la verticalización, es decir, el tiempo que tardó en llegar a los noventa grados como se muestra en tabla 12.

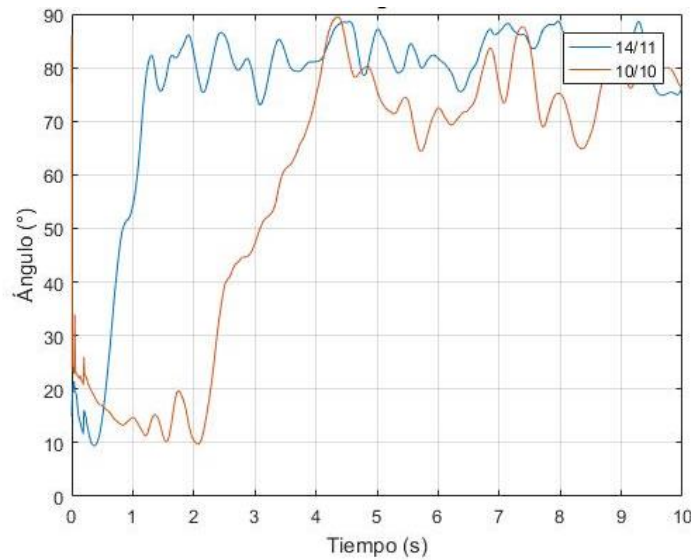
Tabla 12 Tiempo de verticalización.

Sujeto	Tiempo de verticalización inicial (Segundos)	Tiempo de verticalización Final (Segundos)
1	3	1.3
2	2.3	1.2
3	4.4	1.3
4	4	1.7
5	4.5	1.2

Las señales fueron graficadas por fecha de evaluación en la misma gráfica, en donde se muestra de manera visual lo siguiente:

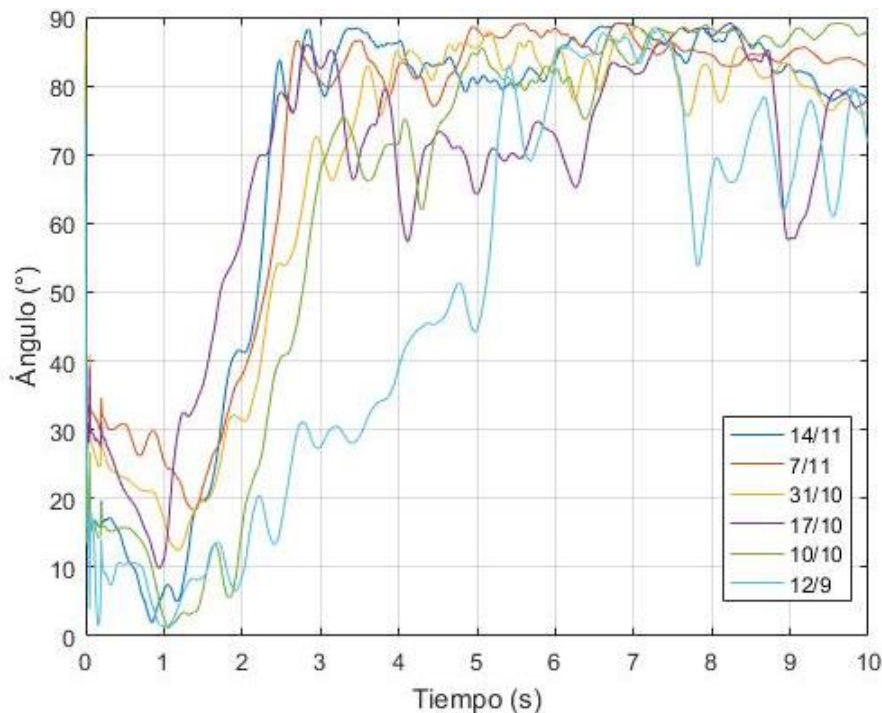
1.- En la evaluación más reciente la línea que sube a los noventa grados tiende a tardar menos tiempo en llegar que en la evaluación inicial, como se muestra en la *gráfica 4*, lo cual indica que el paciente después de la intervención logra tener el control de su cabeza para incorporarse junto con la maniobra, tardando menos tiempo en llegar a los noventa grados.

Gráfica 4 Diferencia a la verticalización.



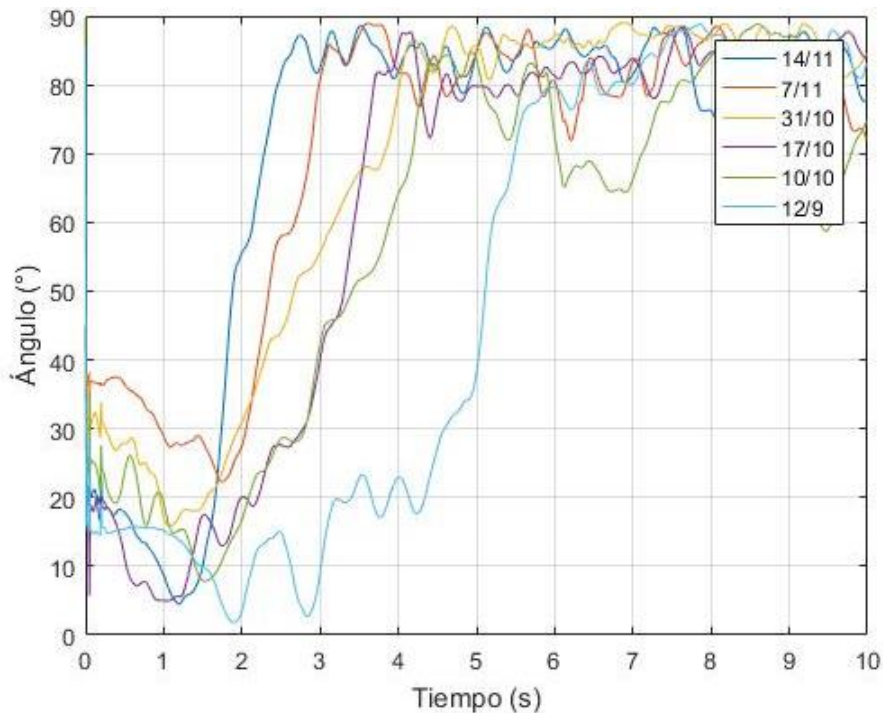
2.- En la *gráfica 5* se muestra de igual manera como en la evaluaciones finales al llegar a los noventa grados se mantiene sobre el promedio de los noventa grados, mientras que en las iniciales no llega o al llegar a los noventa grados la cabeza tiende a regresar (caer) ya que el paciente no es capaz de controlar la cabeza en la vertical.

Gráfica 5 Tiempo de control cefálico en la vertical.



Por ultimo en la *gráfica 6*, se describe la evolución del control cefálico de acuerdo a las evaluaciones realizadas, sugiriendo de manera cualitativa como la adquisición de este hito de desarrollo se ve favoreciendo tras la intervención mediante las maniobras vestibulares propuestas en el presente trabajo.

Gráfica 6 Desarrollo del control cefálico con intervención de las maniobra vestibulares.



Fuente: Instrumento de evaluación de control cefálico y colocación del sensor.

V. DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de las maniobras vestibulares en la adquisición del control cefálico en recién nacido con factores de riesgo para daño neurológico.

El principal resultado de esta investigación fue que los lactantes con factores de riesgo para daño neurológico aumentaron sus puntajes en la subescala motora de

la Escala Bayley III de desarrollo psicomotor significativamente ($p \leq 0.05$). Esta mejoría fue también evaluada de manera subjetiva mediante el uso del acelerómetro, donde se observó cambios en el patrón de movimiento representado en la gráfica.

Estos resultados muestran evidencia que nos permite aceptar nuestra hipótesis de investigación, donde se propuso que las maniobras vestibulares favorecen a la consolidación del control cefálico en recién nacidos con factores de riesgo para daño neurológico.

La media de edad gestacional de los 11 lactantes incluidos en la muestra fue de 34.8 ± 3.79 semanas, lo que indica que la mayoría fueron prematuros moderados según la clasificación de la OMS [47].

Los factores de riesgo que prevalecieron en la muestra fueron la prematurez, asfisia perinatal y parto distócico. Estos factores de riesgo está relacionados a un proceso Hipoxia-Isquemia, como lo menciona Oviedo Cruz y colaboradores [22]. Cada una de estos factores de riesgo, dan como resultado una disminución del flujo sanguíneo en el SNC, comprometiendo las estructuras encefálicas, que por la inmadurez de los vasos sanguíneos y composición de pre-oligodendrocitos, den como resultado una riesgo de daño neurológico[98].

Para la evaluación del desarrollo motriz en este estudio se utilizó la Sub-escala de Desarrollo Motor Grueso de Escala de desarrollo infantil Bayley -III. Esta escala ha sido ampliamente utilizada por investigaciones enfocadas en el neurodesarrollo neurológico de lactantes [99][100][101].

Se encontraron diferencias significativas en todas la comparaciones, entre las evoluciones realizadas desde los tres y hasta cinco meses de edad corregida ($p \leq 0.05$). Esto puede ser interpretado como una mejoría significativa en el desarrollo motor de los lactante que participaron en el estudio, gracias a la propuesta de intervención de maniobras con base en el Sistema Vestibular. El resultado anterior se puede explicar gracias a que mediante la estimulación de los receptores que se encuentran en le oído medio (utrículo, sáculo y conductos semicirculares) se envía

un estímulo directo al SNC, específicamente a los 4 núcleos vestibulares ubicados en el Tallo Encefálico; de los núcleos vestibulares se envían estímulos a distintas estructuras neurológicas, entre ellas la medula espinal, donde se forma el tracto vestíbulo-espinal encargado del tono muscular de la cabeza, cuello y tronco. Por ello podemos garantizar que mediante una estimulación intensiva que consista en maniobras que oscilen la cabeza, los estímulos favorecerán a la mielinización del tracto vestíbulo-espinal y la integración posterior de la vía piramidal (cortico-espinal), logrando así que el lactante logre consolidar su primer hito de desarrollo siendo el control cefálico[56][66][102].

Intervenciones con base en el SV realizada por Lázaro Lázaro en la Universidad de Murcia, tuvo como objetivo aplicar una serie de ejercicios vestibulares con el fin de demostrar la eficacia de la estimulación psicomotriz y vestibular en la mejora de determinadas habilidades equilibradoras en niños y niñas con necesidades educativas especiales[83], de igual forma en los estudios de Byung In Han [84] y Margaret y Lawrence [85] realizaron estudios experimentales donde utilizaron la estimulación vestibular como propuesta de ejercicios para tratar el nistagmos. Carla Solís-Gutiérrez et al [102], en su estudio muestra una serie de propuesta de intervención con base en el SV a lo largo del tiempo, muestra en el trabajo el impacto funcional de las disfunciones vestibulares en el neurodesarrollo, incluso el impacto de la estimulación vestibular las aulas, lo que favorece al sustento de la presente investigación.

Una aportación más de este trabajo, fue que se pudo desarrollar un sistema de medición del control cefálico (acelerómetro), si bien el acelerómetro tiene como objetivo medir de manera cuantitativa el desarrollo del control cefálico del lactante, para los resultados de este estudio solo se pudieron registrar de manera descriptiva, ya que es una herramienta nueva e innovadora que tendrá que someterse a procesos de validación y normalización para que en un futuro sirva como una herramienta diagnóstica, permitiendo realizar evaluaciones cuantitativas del desarrollo del control cefálico de manera práctica, precisa, sistemática y cuantificable; con los beneficios de ser portátil, económico y sencillo de interpretar.

Como menciona en su trabajo Pelayo González, a pesar de los grandes esfuerzos con la aplicación de programas de intervención, en la mayoría de los casos, su efectividad es evaluada por medio de escalas clínicas y por lo tanto cualitativas, por lo que en su trabajo decide utilizar marcadores con el uso del electroencefalograma convencional para la valoración de los efectos en el neurodesarrollo, como efecto de un programa de intervención temprana para el desarrollo psicomotor en niños nacidos con prematurez[81].

VI. CONCLUSIONES

La innovación de un nuevo método neurológico que permita favorecer a la disminución de la expresión de la lesión en pacientes con riesgo de daño neurológico, siempre ha sido el objetivo del presente trabajo. La propuesta de las maniobras vestibulares es el inicio del camino para que en un futuro estas maniobras se puedan convertir en ejercicios, técnicas y en un futuro en un método, que junto con una buena base neurológica se pueda convertir en un método que se utilice en todos los centros de intervención.

Una de las peculiaridades de esta propuesta es que no se requiere de una capacitación exhaustiva, permitiendo estar al alcance de todos los profesionales de la salud afines, siendo unas maniobras nobles para la enseñanza de los padres.

Otra de las ventajas de esta propuesta es que el materia y espacio que requiere es mínimo, disminuyendo costos de inversión y permitiendo que todos los beneficiarios sin importar el status socioeconómico tengan el acceso al tratamiento con las maniobras.

Aunado a esto, uno de los beneficios que se encontró durante la experimentación, fue que se le pudo ofrecer el tratamiento a pacientes que por su características patológicas no podrían tener un tratamiento para la adquisición del control cefálico con otros métodos más activos, lo que permitió que en vez de retrasar el proceso de desarrollo por la patología, pudiese adquirir el control cefálico dentro de los

parámetros normales y no retrasarse en su neurodesarrollo y tener la misma oportunidad de adquirir todos sus hitos de desarrollo en la edad indicada, favoreciéndose en cada una de las vías de desarrollo.

La estimulación vestibular por medio de las maniobras utilizadas, favorece el control muscular de la cabeza, gracias a las vías neurológicas que se encargan del control postural de la cabeza. Con ello podemos pensar que se debe a que la estimulación de estas vías mejora el proceso de mielinización de las mismas, con lo que de manera indirecta se puede concluir que se vio facilitado el tono muscular axial, esto permitiría disminuir y prevenir la expresión e instauración del daño neurológico, ya que la adquisición del control cefálico nos permite inferir que el desarrollo se está llevando de forma adecuada.

Una debilidad para este estudio es que no se conto con grupo control, sin embargo esto permite abrir otra puerta para futuras investigaciones en las que mediante un grupo control se puedan comprar los datos obtenidos en este estudio.

En futuros trabajos se pretende realizar esta medición en lactantes sin factores de riesgo, con el fin de comparar la efectividad de las maniobras en dos grupos y así poder darle mayor sustento a estos resultados, así mismo aumentar la muestra para poder realizar estadística paramétrica.

Con los resultados obtenidos nos alienta a continuar con el proceso para la formación y creación de un Método Vestibular sustentado y validado, que pueda ser replicado a nivel estatal, nacional y en un futuro a nivel internacional, revisando y reportando los estudios que se han llevado a cabo en los últimos 50 años, para poder empezar a dosificar y crear distintas técnicas que formen nuestro método.

De igual manera al aumentar la muestra y evaluar el desarrollo del control cefálico en lactantes sin factores de riesgo se podrá normalizar y estandarizar los ángulos y aceleración de la adquisición del control cefálico, patentándolo como un instrumento

que tenga como objetivo la medición biomecánica mediante el acelerómetro y su software y así poder utilizarlo como una herramienta diagnóstica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Úbeda JA. Factores de riesgo asociados a asfixia perinatal: Hospital Bertha Calderón Roque. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2014.
- [2] Rodríguez Coutiño SI, Ramos González R, Hernández Herrera RJ. Factores de riesgo para la prematurez. Estudio de casos y controles. *Ginecol Obs Mex* 2013;81:499–503.
- [3] Faneite P, Rodríguez F, Rivera C, Faneite J, Duque J. Estado neonatal en prematurez: 2005-2007. *Rev Obstet Ginecol Venez n.d.*;68:222–7.
- [4] Nápoles Méndez D, Piloto Padrón M. Fundamentaciones fisiopatológicas sobre la asfixia en el parto. *MEDISAN* 2014;18:401–15.
- [5] Gómez Gómez M, Danglot Banck C, Aceves Gómez M. Clasificación de los recién nacidos. *Rev Mex Pediatría* 2012;79:32–9.
- [6] Cano de la Cuerda R, Molero Sánchez A, Carratalá Tejada M. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorehabilitación. *ELSERVIER* 2015;30:32–41.
- [7] Pastor JB. *El Sistema Vestibular y Sus Alteraciones*. Elsevier España; 1998.
- [8] Sánchez N, Isaías G. Programa de Estimulación Temprana para control Cefálico en niños con Parálisis Cerebral de 0 a 1 año que acuden a la Fundación Corazón de María de la Ciudad de Ambato. Universidad Técnica de Ambato., 2016.
- [9] Antoraz E, Villalba J. Desarrollo cognitivo y motor. Consuelo C. EDITEX S.A; 2010.
- [10] Ministerio de Salud. Guías clínicas en Ginecología Obstetricia y Perinatología. Perú: 2010.
- [11] Camacho-Salas A. Parálisis cerebral: concepto y registros de base poblacional. *Rev Neurol* 2007;45:503–8.
- [12] Sales Heredia F. Discapacidad en México. vol. 27. México: 2014.
- [13] Urquieta-Salomón JE, Figueroa JL, Hernández-Prado B. El gasto en salud relacionado con la condición de discapacidad. Un análisis en población pobre de México. *Salud Publica Mex* 2008;50:136–46. doi:10.1590/S0036-36342008000200007.

- [14] INEGI. La discapacidad en México, datos al 2014. México D.F: 2016.
- [15] March of dimes, PMNCH, Save the Children, WHO. Born too soon. Born Too Soon, Glob Action Rep Preterm Birth Eds CP Howson, MV Kinney, JE Lawn World Heal Organ 2012;13:1–126.
doi:http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789241503433_eng.pdf.
- [16] Filho NDA, Castiel LD, Ayres JR. Riesgo : concepto básico de la epidemiología. Salud Colect 2009;5:323–44.
- [17] Rebage V, Ruiz-escusol S, Fernández-vallejo M, Montejo-gañán I. El recién nacido neurológico en nuestro medio y su seguimiento. Rev Neurol 2008;47:1–13.
- [18] Sánchez-Zúñiga ME, Pérez Madero GC, Martín López MDL, Pérez Moreno JC. Factores de riesgo y signos de alarma para daño neurológico en niños menores de un año de edad. Reporte de 307 casos. Rev Mex Neurocienc 2009;10:259–63.
- [19] Luque E, Neyra L, Manrique H, Cancino R, Castillo O, Freundt J, et al. Prevalencia de diabetes mellitus y factores de riesgo relacionados en una población urbana. Rev Soc Peru Med Interna 2007;20:90–4.
- [20] Quezada Nicolás JY, Oneida C. Factores de Riesgos Asociados Asfisia Perinatal en el Servicio de Neonatología, del Hospital Nuevo Amanecer, en el Periodo Comprendido de Junio 2013- a Junio 2014. Universidad nacional autonoma de nicaragua facultad de ciencias médicas, 2014.
- [21] Peruana S, Obstetricia D. Gestación en edad avanzada. Rev Peru Ginecol y Obstet 2001;47:166–70.
- [22] Oviedo Cruz H, Lira Plascencia J, Ito Nakashimada A, Espinoza Grosso JM. Causas de nacimiento pretérmino entre madres adolescentes. Ginecol Obs Mex 2007;75:17–23.
- [23] Ricardo S, Fescina R, Duverges C. Obstetricia. 6ª. Bueno Aires: 2008.
- [24] Villacorta A, Carpio L Del, Acosta O. Repercusión de la preeclampsia/eclampsia en la mujer peruana y su perinato, 2000-2006. Rev Peru Ginecol y Obstet 2014:279–89.
- [25] Ruíz J. Ruptura prematura de membranas de 79 días de duración. Rev

Cuerpo Méd 2012;5.

- [26] Pacora P. El desprendimiento prematuro de placenta es una manifestación de enfermedad vascular severa en el embarazo. *Rev Peru Ginecol y Obstet* 2005;52:39–48.
- [27] Secretaría de Salud. Guía de práctica clínica: Prevención, diagnóstico y tratamiento de la infección del tracto urinario bajo , durante el embarazo, en el primer nivel de atención. 2016.
- [28] Espitia De La Hoz F, Orozco Santiago L. Anemia en el embarazo, un problema de salud que puede prevenirse. *Ginecobstetricia* 2013;26:45–50.
- [29] Castelazo Ayala L. Sufrimiento fetal. Causas. Conducta a seguir. *Ginecol Obs Mex* 2009;77:114–20.
- [30] Castellanos Robaina RG. Asociación entre factores perinatales y neonatales de riesgo y parálisis cerebral Association between the perinatal and neonatal risk factors and cerebral palsy. *Rev Cubana Pediatr* 2010;82.
- [31] Tresierra J, Zegarra J, Chiarella P, Caravedo L. Síndrome de aspiración meconial o enfermedad pulmonar mixta del recién nacido . Análisis de un caso. *Rev Medica Hered* 2013;4:2–5.
- [32] Romero-Maldonado S, Arroyo-Cabrales LM R-RE. Consenso prematuro tardío. *Perinatol Reprod Hum* 2010;24:124–54.
- [33] Toletto Tito J, Escudero Yong Long A, Grández Urbina JA, Gonzalo Rodríguez J, Domínguez Salas G, Ronceros Mayorga V, et al. Factores de riesgo para asfixia perinatal en el Hospital Nacional Docente San Bartolomé. *Rev La Fac Med Humana* 2010;12:6–8.
- [34] Díaz Granda R, Díaz Granda L. Factores Asociados a Bajo Peso al Nacer en Neonatos en el Hospital “ Vicente Corral ” – 2013. *Rev Médica HJCA* 2016;8:53–9.
- [35] Lobo MC, Núñez GF. Asistencia respiratoria mecánica y uso de surfactante en niños con bajo peso al nacer. *Rev Ciencias Médicas La Habana* 2015;21:540–51.
- [36] Pantoja ZEA. Atención obstétrica de la emergencia y cuidados críticos. Universidad privada de Ica, 2016.

- [37] American Academy of Pediatrics Committee on Fetus and Newborn. Age Terminology During the Perinatal Period. *Pediatrics* 2004;114:1362–4. doi:10.1542/peds.2004-1915.
- [38] Bayley N. Bayley Scales of infant and toddler development. Third. San Antonio: 2006.
- [39] OMS | Nacimientos prematuros. World Health Organization; 2015.
- [40] Ananth C V., Friedman AM, Gyamfi-Bannerman C. Epidemiology of Moderate Preterm, Late Preterm and Early Term Delivery. *Clin Perinatol* 2013;40:601–10. doi:10.1016/j.clp.2013.07.001.
- [41] Gallagher K, Martin J, Keller M, Marlow N. European variation in decision-making and parental involvement during preterm birth 2014:245–50. doi:10.1136/archdischild-2013-305191.
- [42] Rabie NZ, Bird TM, Magann EF, Hall RW, Mckelvey SS. ADHD and developmental speech / language disorders in late preterm , early term and term infants. *J Perinatol* 2015;35:660–4. doi:10.1038/jp.2015.28.
- [43] Gynecologists. AC of O and. Definition of Term Pregnancy. *Obs Gynecol* 2013;122:1139–40.
- [44] Goldenberg RL, Culhane JF, Iams JD, Romero R. Epidemiology and causes of preterm birth. *Lancet* 2008;371:75–84. doi:10.1016/S0140-6736(08)60074-4.
- [45] Salud S de. Atención del Recién Nacido Sano. México: 2009.
- [46] Secretaría de Salud. Manual de exploración neurológica para niños menores de cinco años en el primer y segundo nivel de atención. 1a ed. México D.F: 2013.
- [47] OMS | ¿Qué es un niño prematuro? World Health Organization; 2015.
- [48] Pronto ND. Informe de Acción Global sobre Nacimientos Prematuros. WHO 2016:1–8.
- [49] Dixon S, Stein M. Perspectives on Child Development in Child Health Care Chapter. S Dixon. E. Philadelphia: 2006.
- [50] Andrade AL. Protocolo de atención de enfermería a mujeres que presentan amenazas de parto prematuro. Guayaquil: 2012.

- [51] Sánchez IR, Luque AM, Psico- RNDER. Recién nacido de riesgo neurológico. *VOX Paediatr* 2000;2:5–10.
- [52] Pascual JM, Koenigsberger MR. Parálisis cerebral : factores de riesgo prenatales. *Rev Neurol* 2003;37:275–80.
- [53] Pineda A. Aspectos neonatológicos y factores de riesgo en atención temprana. *Rev Neurol* 2002;34:136–9.
- [54] Ayres J, Calazans G, Saletti Filho H, França-Júnior I. Risco, vulnerabilidade e práticas de prevenção e promoção da saúde. *Scielo Bras* 2006:375–417.
- [55] Arruñada F. Anatomía del aparato vestibular. *FASO* 2015;22:47–56.
- [56] Flores A, Galicia S, Gómez G. El sistema vestibular: aspectos generales y neurodesarrollo. *Temas Sele. México: 2001.*
- [57] Cortes C, Galindo F, Galicia S, Cebada J, Flores A. Excitatory Actions of GABA in Developing Chick Vestibular Afferents: Effects on Resting Electrical Activity. *Synapse* 2013;67.
- [58] Purves D, Augustine G, Fitzpatrick D, Hall W, LaMantia A-S, McNamara J, et al. *Neurociencia. 3ª.* Bueno Aires, Bogotá, Caracas, Madrid, México: 2007.
- [59] Juan García Valdecasas Bernal, Arias AA, Montilla CA. Fisiología del Sistema Vestibular. *Libr. virtual Form. en ORL, Hospital Universitario San Cecilio. Granada: 2012, p. 1–14.*
- [60] *Brain Res.* Excitatory pathways from the vestibular nuclei to the NTS and the PBN and indirect vestibulo-cardiovascular pathway from the vestibular nuclei to the RVLM relayed by the NTS. *Epub* 2008;13:96–104.
- [61] Suarez Nieto C. *Morfología y función del sistema Vestibular.* Mc Graw-H. Madrid: 2003.
- [62] Estelrrich PR, Estelrrich C. Neuroplasticidad y compensación vestibular : Historia , estado actual y perspectivas. *FASO* 2010;17:69–77.
- [63] Binetti AC. Fisiología vestibular. *FASO* 2015;22:14–21.
- [64] Carriot J, Jamali M, Chacron MJ, Cullen KE. Statistics of the vestibular input experienced during natural selfmotion: implications for neural processing. *J Neurosci* 2014;34:8347–57. doi:10.1523/JNEUROSCI.0692-14.2014.
- [65] Bronstein AM, Lempert T. *Essential anatomy and functions of the balance*

- system. Cambridge: 1997.
- [66] Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular System: The Many Facets of a Multimodal Sense. *Annu Rev Neurosci* 2008;31:125–50.
doi:10.1146/annurev.neuro.31.060407.125555.
- [67] Snell R. *Neuroanatomía clínica*. 5ª. Washington, D.C.: 2014.
- [68] Rábago PML, Ramírez IM, Pérez CS. Interacciones tempranas madre-niño y predicción de desarrollo motor mediante ecuaciones estructurales. *Interdisciplinaria* 2013;30:119–38.
- [69] Hernández López LP. *Desarrollo cognitivo y motor*. 2011.
- [70] Janneke L. M. Bruggink, Koenraad N. Van Braeckel AFB. The Early Motor Repertoire of Children Born Preterm Is Associated With Intelligence at School Age. *Pediatrics* 2010;125:1356–63.
- [71] Piaget J. *El Nacimiento De La Inteligencia En El Niño*. Barcelona: 2000.
- [72] Rodríguez TC. Aportes sobre la adquisición de l desarrollo motor a partir de las ideas de Ardonld Gesell, Myrtle McGraw, Esther Thelen y Gilbert Gottlieb. *Psicol Trujillo (Perú)* 2013;15:222–9.
- [73] Fano MDP, Caíno. S. *Ensayos sobre Crecimiento y Desarrollo*. El Desarro. más allá las Conduct. Obs. Cambios cerebrales. Paidós, Buenos Aires: 2011, p. 549–76.
- [74] Gesell A, Amatruda C. *Diagnóstico del desarrollo normal y anormal del niño: Evaluación y manejo del desarrollo neuropsicologico normal y anormal del niño pequeño y el preescolar*. 1981.
- [75] Carmichael L, Koch HL. *Manual of Child Psychology*. *Soc Serv Rev* 1947;21:264–6.
- [76] Gesell A. The Ontogenesis of Infant Behavior. In: Carmichael L, editor. *Man. Child Psychol*. Wiley, New York, NY, USA: 1946, p. 295.
- [77] Iceta A, Yoldi ME. Psychomotor development of the child and its evaluation in primary care. *An Sist Sanit Navar* 2002;25 Suppl 2:35–43.
- [78] Secretaria de Educación Publica. *Guía de estimulación y psicomotricidad en la educación inicial*. México: 2010.
- [79] Salgado P. *Desarrollo motor normal. Análisis desde el enfoque de*

neurodesarrollo. 2007.

- [80] Damián Repetto A. Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano. Argentina: 2005.
- [81] Pelayo-Gonzalez HJ, Reyes-Meza V, Sánchez Hernández Y, Jimeno-Arce RM. Efectos en el Neurodesarrollo de un Programa de Intervención en Niños Prematuros. *Neuropsicol Clínica* 2016;1:29–42.
- [82] Juan H, González P, Solovieva Y, Rojas LQ, Reyes Meza V. Efectos de la estimulación del neurodesarrollo en niños con antecedentes de encefalopatía hipóxico isquémica. *Pensam Psicológico* 2014;12:11–21. doi:10.11144/Javerianacali.PPSI12-1.eenn.
- [83] Lázaro Lázaro A, Arnáiz Sánchez P. Aplicación de un programa Psicomotor con estimulación vestibular a sujetos con discapacidad intelectual: Propuesta de un modelo para la intervención psicomotriz en el mrcos de la educación especial. *Rev Interuniv Form Del Profr* 2003;17:117–23.
- [84] Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: Review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol* 2011;7:184–96. doi:10.3988/jcn.2011.7.4.184.
- [85] Lawrence M, Feind C. Vestibular responses to rotation in the newborn infant. *Pediatrics* 1953;12:300-6.
- [86] Hernandez Sampieri R, Fernandez Collado C, Baptista Lucio M del P. Metodología de la investigación. 5ª edición. México: McGrawHill; 2010. doi:- ISBN 978-92-75-32913-9.
- [87] Hurley WL, Denegar CR, Hertel J. Métodos de Investigación. Fundamentos de una práctica clínica basada en la evidencia. 1ª. Philadelphia: 2012.
- [88] Alonso EO. UNAM desarrolla diagnóstico temprano de probable daño cerebral en recién nacidos. *La Jornada* 2014:35.
- [89] Romo-Pardo B, Liendo-Vallejos S, Vargas-López G, Rizzoli-Córdoba A, Buenrostro-Márquez G. Pruebas de tamizaje de neurodesarrollo global para niños menores de 5 años de edad validadas en Estados Unidos y Latinoamérica: Revisión sistemática y análisis comparativo. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2012;69:450–62.


- [90] Góes FV de, Méio MDBB, Mello RR de, DeniseMorsch. Evaluation of neurodevelopment of preterm infants using Bayley III scale. *Rev Bras Saúde Matern* 2015;15:47–55.
- [91] Rodríguez, M., Calderón, L., Cabrera, L., Ibarra, N., Moya, P. y Faas AE. Análisis de Consistencia Interna de la Escala Bayley del Desarrollo Infantil para la Ciudad de Córdoba (Primer año de Vida). vol. 5. Argentina: 2005.
- [92] Villar SC, Oviedo WAP, Gonzalez AR. Implementación de métodos de procesamiento de señales EEG para aplicaciones de comunicación y control Implementation of EEG signal processing methods for communication and control application. *ECIPerú* 2013;10:1–33.
- [93] Talamillo García T. Manual básico para enfermeros en electroencefalografía. *Enfermería Docente* 2011;94:29–33.
- [94] Varela-Ruiz M, Díaz-Bravo L, García-Durán R. Descripción y usos del método Delphi en investigación del área de la salud. *Investig En Educación Médica* 2012;1:90–5. doi:ISSN: 2007-5057.
- [95] Proakis JG, Manolakis DG. Digital signal processing : principles, algorithms, and applications. Prentice Hall. 2nd ed. Macmillan Publishing Co., Inc. Indianapolis, IN, USA: 1996.
- [96] Ball R, Corbis /. Manual de Ética Medica. vol. 3. 2015.
- [97] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud. México: 2014.
- [98] Volpe JJ. Cerebral white matter injury of the premature infant-more common than you think. *Pediatrics* 2003;112:176–80.
- [99] Orcajo R, Sidonio B, Alcacio J, López G. Análisis comparativo de pruebas de tamiz para la detección de problemas en el desarrollo diseñadas y validadas en México. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2015;72:364–75. doi:10.1016/j.bmhmx.2015.11.004.
- [100] Carbajal-Valenzuela CC, Santiago-Rodríguez E, Quirarte GL, Harmony T. Development of Emotional Face Processing in Premature and Full-Term Infants. *Clin EEG Neurosci* 2017;48:88–95. doi:10.1177/1550059416647904.
- [101] García-Gomar ML, Santiago-Rodríguez E, Rodríguez-Camacho M, Harmony

T. Visuospatial Working Memory in Toddlers with a History of Periventricular Leukomalacia: An EEG Narrow-Band Power Analysis. PLoS One 2013;8:1–11. doi:10.1371/journal.pone.0069837.

- [102] Solís-Gutiérrez C, Monjarás Chávez SM, Morales López VM, Carrillo-Prado C, García-Martínez JA. Estimulación vestibular en el desarrollo infantil. Lux Médica 2019;14:41–51.


APÉNDICE

Anexo 1. Instrumento de evaluación de control cefálico y colocación del sensor.



Unidad de Investigación en Neurodesarrollo
Dr. Augusto Fernández Guardiola


INSTITUTO DE
NEUROBIOLÓGICA



Instrumento de evaluación de control cefálico y colocación del sensor.

El presente instrumento servirá para la recolección de datos sociodemográficos, factores de riesgo y evaluación del control cefálico de acuerdo a la subescala tomada de la Escala de Bayley de desarrollo infantil – III. Los datos sociodemográficos serán tomados de la hoja de alta, junto con los factores de riesgo de acuerdo a los grupos mencionados.

Para la escala de Escala de Bayley de desarrollo infantil – III, encerrar 1 si logra hacer el ítem o 0 en el caso de no lograr hacerlo.



ID:	Semanas De Gestación:	Fecha Inicio Tx:			
Nombre:		Fecha de Nacimiento:			
	Sexo:	Fecha Edad Corregida:			

+

Factores de Riesgo		Punto de comienzo	
		Edad	Punto de comienzo
Hipoxico Isquémico		16 días - 1 mes 15 días	A
Hiperbilirrubinemia		1 mes 16 días – 2 meses 15 días	B
Hemorragia intraventricular		2 meses 16 días – 3 meses 15 días	C
Sepsis neonatal		3 mes 16 días – 4 meses 15 días	D
Infecciones de la madre		4 mes 16 días – 5 meses 15 días	E
Metabólicos		5 mes 16 días – 6 meses 15 días	F
Factores de riesgo secundarios			

1

Ilustración 9 Instrumento de evaluación.

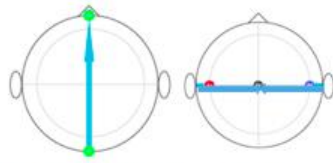


Ítem	Material	Criterios de puntuación y comentarios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Serie: control de la cabeza apoyado en el hombro, levanta la cabeza.	Cronómetro	El niño levanta, de vez en cuando, la cabeza sin apoyarse en el hombro del examinador.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Tiempo que mantiene la cabeza erguida:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: control de la cabeza apoyado en el hombro, 3 segundos.	Cronómetro	El niño mantiene la cabeza erguida por lo menos durante 3 segundos sin ayuda.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Tiempo que mantiene la cabeza erguida:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Controla la cabeza en suspensión dorsal.	Ninguno	El niño mantiene la cabeza en su línea media del cuerpo o levanta un poco la cabeza.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Controla la cabeza en suspensión ventral.	Ninguno	El niño mantiene la cabeza en su línea media del cuerpo o levanta un poco la cabeza.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: control de la cabeza apoyado en el hombro, 15 segundos.	Cronómetro	El niño mantiene la cabeza erguida y estable por lo menos durante 15 segundos y sin ayuda.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Tiempo que mantiene la cabeza erguida:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantiene la cabeza en la línea media del cuerpo.	Objeto de interés y cronómetro	El niño mantiene la cabeza en su línea media por lo menos durante 5 segundos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantiene la cabeza erguida mientras lo sujetan en brazos.	Ninguno	El niño mantiene la cabeza erguida y estable sin ayuda, mientras lo sujetan en brazos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: control de cabeza tumbado boca abajo, 45°.	Objeto de interés	El niño mantiene la cabeza levantada, como mínimo, 45° respecto a la superficie por lo menos durante 2 segundos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Tiempo que mantiene la cabeza erguida:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantiene la cabeza erguida cuando lo inclinan.	Ninguno	El niño mantiene la cabeza en equilibrio y en el mismo plano que el cuerpo, o inclina la cabeza hacia el plano vertical.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: elevación del tronco tumbado boca abajo, Codos y antebrazos.	Objeto de interés	El niño eleva la cabeza y la parte superior del tronco (tórax) empujando hacia arriba con los codos o los antebrazos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: control de la cabeza tumbado boca abajo 90°.	Objeto de interés y cronómetro	El niño mantiene la cabeza elevada, como mínimo, 90° respecto a la superficie por lo menos durante 5 segundos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serie: elevación del tronco tumbado boca abajo, con un brazo.	Objeto de interés	El niño cambia el peso de un brazo al otro.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



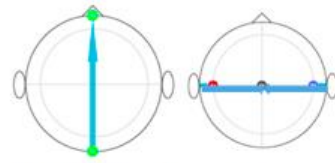
Colocación de sensor.

Para la colocación del sensor y con el fin de llevar un mejor control, se deberá colocar en centímetros (cm) la distancia que hay entre los puntos de referencias, tomando de Nasión a Inión y del punto Preuricular Derecho a Preuricular Izquierdo en cada una de las evaluaciones.



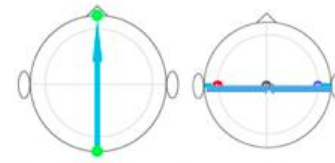
Núm de evaluación:

Fecha:



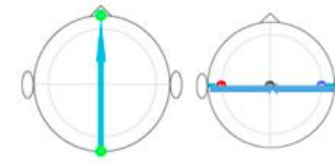
Núm de evaluación:

Fecha:



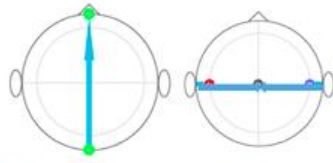
Núm de evaluación:

Fecha:



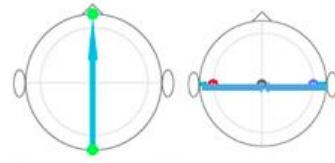
Núm de evaluación:

Fecha:



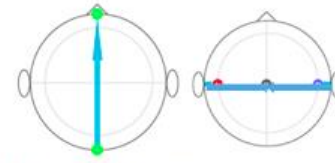
Núm de evaluación:

Fecha:



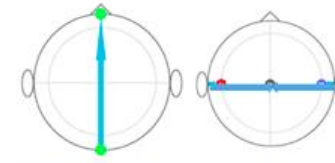
Núm de evaluación:

Fecha:



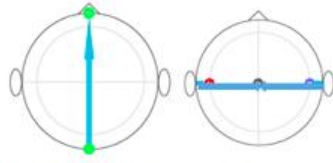
Núm de evaluación:

Fecha:



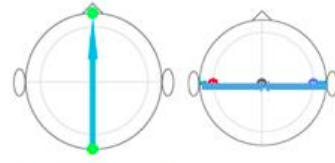
Núm de evaluación:

Fecha:



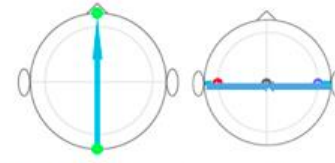
Núm de evaluación:

Fecha:



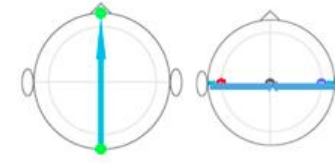
Núm de evaluación:

Fecha:



Núm de evaluación:

Fecha:



Núm de evaluación:

Fecha:

Anexo 3. Consentimiento informado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO UNIDAD DE
INVESTIGACIÓN EN NEURODESARROLLO
"DR. AUGUSTO FERNÁNDEZ GUARDIOLA"
CONSENTIMIENTO INFORMADO Y AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
"CONSOLIDACIÓN DEL CONTROL CEFÁLICO MEDIANTE MANIOBRAS VESTIBULARES EN RECIÉN
NACIDOS PRETÉRMINO".

Juriquilla, Querétaro, ____ de _____ del 20____.

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

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

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

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

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



Nombre de la madre

Nombre del padre

Firma

Firma

Anexo 4. Programa de tratamiento.

 		Unidad de Investigación en Neurodesarrollo Dr. Augusto Fernández Guardiola	
PROGRAMA DE TRATAMIENTO DE MANIOBRAS VESTIBULARES (CASA)			
Expediente:	PV02		
Nombre del Paciente:	CLE		
No. de Evaluación	1	Fecha de Evaluación	04-may-17
		Frecuencia de Aplicación Diaria:	4 VECES
Movimiento de Neuroterapia		Aplicación	
Columpio azul		5 min	
Balanceo cabeza		2 min. (30 s desc) x 3	
Manteado		2 min. (30 s desc) x 3	
Rodados		5 minutos	
Balanceo con el padre		3 min. (30 s desc) x 2	
Manteado inverso		3 min. (30 s desc) x 2	
Suspensión ventral		2 min. (30 s desc) x 3	
Tracción horizontal de cabeza		10 veces cada lado	
Elaboró			
Lft Esp. Jorge García/Carla Solís Gutiérrez			
Nombre Completo		Firma	