



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Enfermería Licenciatura en Fisioterapia

Opción de titulación
Tesis individual de Licenciatura

Validez de los Patrones Elementales Sensoriomotores como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Licenciatura en Fisioterapia

Presenta:
Felipe de Jesús Martínez Matehuala

Dirigido por:
M. en C. Jesús Edgar Barrera Reséndiz

Santiago de Querétaro, Qro. Julio 2015



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Enfermería
Licenciatura en Enfermería



Validez de los Patrones Elementales Sensoriomotores como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el título de
Licenciado en Fisioterapia

Presenta:

Felipe de Jesús Martínez Matehuala

SINODALES

M. en C. Jesús Edgar Barrera Reséndiz
Presidente

L.QP. Arelly Guadalupe Morales Hernández
Secretario

Dra. Nadia Edith García Medina
Vocal

Med. Esp. Jorge Velázquez Tlapanco
Suplente

L. ft. Gustavo Argenis Hernández Segura
Suplente

M.C.E. Guadalupe Perea Ortiz
Director de la Facultad

Centro Universitario

31 de Julio del 2015, Querétaro, Qro. México

RESUMEN

Introducción: Durante las primeras semanas postnatales y debido a su escasa conducta, la exploración clínica del recién nacido y lactante puede resultar imprecisa. Con la maduración del organismo y el aumento del repertorio conductual, las anormalidades en el desarrollo se hacen más evidentes, sin embargo impera la necesidad de evaluar en etapas aún más tempranas, en el periodo de máxima plasticidad cerebral, considerado el mejor momento para iniciar un tratamiento neurohabilitatorio. Esta es la razón de la importancia del diagnóstico preciso del daño cerebral perinatal durante las primeras semanas postnatales.**Objetivo:** Determinar la validez de los Patrones Elementales Sensoriomotores (PES) como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida en población adscrita a la UIND en el periodo 2008 a 2013.**Sujetos y método:** Se valoraron a 75 lactantes con Imagen de resonancia Magnética y los PES antes de las 16 semanas de edad corregida (media= 8.13, 6.56 respectivamente); El estándar de oro fue la IRM adquirida después de las 52 semanas (media=67.5) para observar el desarrollo de la estructura cerebral. Los evaluadores de cada una de las pruebas desconocían los antecedentes de los niños que fueron evaluados.**Resultados:** En la exploración del recién nacido y lactante, se encontró una sensibilidad de 93.4% con los PES y con la IRM 72.1% antes de las 16 SEC.**Conclusiones:** La exploración de los PES es una herramienta diagnóstica útil del daño cerebral perinatal durante las primeras semanas postnatales, que se puede utilizar como complemento en la exploración pediátrica convencional, además de las ventajas que representa al no necesitar implementos sofisticados para su ejecución.

Palabras clave: Daño cerebral perinatal, Diagnóstico temprano, Valor diagnóstico, Neurohabilitación, IRM.

SUMMARY

Introduction: During the first postnatal weeks, the clinical examining of newborn and lactating children might be unspecified, mainly due to its minimal behavior. Corresponding to the matureness of the organism and the increase of behavioral range, the abnormalities in the development are more evident, however prevails the need to evaluate neurodevelopment in even earlier stages, in the period of maximum brain plasticity, being considered the best time to start a neurohabilitation treatment. For this reason, the meaning of the precise diagnostic of the perinatal brain damage during the first postnatal. **Objective** Determine the validity of the Elementary Sensoriomotor Patterns (ESP) as a diagnostic tool neuromotor impairment during the first 16 weeks corrected age population registered to UIND in the period 2008-2013. **Subjects and method:** They were evaluated at 75 infants with Magnetic Resonance Image (MRI) and ESP before 16 weeks of corrected age (WCE) (mean= 8.13, 6.56 respectively); the gold standard was the MRI acquire after the 52 (mean= 67.25) weeks of corrected age. The examiners of each test were unaware of the medical records of each child. **Results:** During the examination of the newborn and lactating child, a sensibility of 93.4% with ESP and 72.1% in MRI was found before the 16 WCE. **Conclusion:** The examining with the ESP is a useful diagnostic tool of the perinatal brain damage, which can be used as a complement in the conventional pediatric and neuro pediatric exploration, in addition to the advantages it presents by not needing sophisticated equipment to perform it.

Key words: Perinatal brain damage, early diagnosis, diagnostic validity, neurohabilitation, MRI.

A mis padres y hermanas

Que siempre me ha brindado un apoyo incondicional y ese grito de ánimo cada mañana para seguir delante y vencer los obstáculos

Les agradezco por tenerme confianza, su esfuerzo, ser mi motivación, por mostrarme con el ejemplo la pasión y la bondad en cada paso que dan, su manera tan romántica de ver la vida.

A mis amigos

Que no permiten que tome otro camino que el de mis sueños.

A las Familias de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo

Pues sólo puedo admirar el incansable esfuerzo que realizan día a día por el bienestar de sus hijos, son personas con alma guerrera, con estas familias, estudios cómo este nunca se podrían hacer.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. ThaliaHarmonyBaillet, Jefe de investigación clínica de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo

Por su incansable lucha a favor de la investigación en el neurodesarrollo, por su dedicación y ser gran guía para que este trabajo se realizara.

A mi director de tesis M en C Jesús E. Barrera Reséndiz

Por dirigir el estudio, compartir tiempo, experiencia y conocimientos

A TSU TF. Cristina Carrillo Prado

Por ser pilar importante en la realización del mismo, confiar en mí y enriquecer mi formación

A Dr. Manuel Hinojosa

Por su gran colaboración y aportaciones.

Al gran equipo de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo

LEE. M del Consuelo Pedraza Aguilar

Dra. Marielena Juárez

Dra. Josefina Ricardo

Y a mis compañeros que me acompañaron durante mi estancia en la Unidad Martín, Jorge, Miriam, Carlos, Marisol, Alex, Andrea. A los padres de la Unidad, son muestra fidedigna de lucha y amor.

Por su aportación CONACYT 21886 y 166772

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 Objetivo principal.....	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN.....	9
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
2.1 NEUROHABILITACIÓN.....	10
2.2 PLASTICIDAD CEREBRAL.....	12
2.3 PATRONES ELEMENTALES SENSORIOMOTORES.....	15
2.4 NUCLEO FAMILIAR.....	23
2.5 FACTORES DE RIESGO NEUROLÓGICO.....	25
2.5.1 Prematurez y edad corregida.....	26
2.5.2 Asfixia perinatal.....	28
2.5.4 Hemorragia.....	29
2.6 VALIDEZ DE LA PRUEBA.....	31
2.7 IMAGEN DE RESONANCIA MAGNÉTICA.....	35
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
3.1 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO.....	39
3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	39
3.2.1 Universo.....	39
3.2.2 Muestra.....	39
3.2.3 Método de muestreo.....	39

3.3 SELECCIÓN DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO.....	40
3.3.1 Criterios de inclusión.....	40
3.3.2 Criterios de exclusión.....	40
3.3.3 Criterios de eliminación.....	40
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	41
3.5 MATERIAL Y MÉTODOS.....	48
3.5.1 Instrumentos.....	48
3.5.2 Procedimiento.....	48
3.5.2.1 Procedimiento de corrección de la edad.....	48
3.5.2.1 Procedimiento de evaluación a través de los PES.....	48
3.5.2.2 Procedimiento de evaluación a través de la IRM.....	50
3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
3.7 ÉTICA DEL ESTUDIO	53
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1 RESULTADOS.....	54
4.1.1 Hallazgos de las pruebas PES e IRM.....	55
4.1.2 Validez de las pruebas.....	57
4.2 DISCUSIÓN.....	62
4.2.1 Muestra.....	62
4.2.2 Valor diagnóstico de las pruebas.....	62
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
6. BIBLIOGRAFÍA.....	69
7. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tabla que representa los PATRONES ELEMENTALES SENSORIOMOTORES según objetivo ontogenético.

Figura 2. Imagen que representa la maniobra Elevación de tronco con tracción de manos.

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**Figura 3.** Imagen que representa la maniobra Elevación de tronco con apoyo en espalda-cadera

Figura 4. Imagen que representa la maniobra Sentado en el aire

Figura 5. Imagen que representa la maniobra Arrastre horizontal

Figura 6. Imagen que representa la maniobra Gateo Asistido

Figura 7. Imagen que representa la maniobra Gateo Asistido Modificado

Figura 8. Imagen que representa la maniobra Arrastre en plano descendente

Figura 9. Imagen que representa la maniobra Arrastre en plano ascendente

Figura 10. Imagen que representa la maniobra Marcha horizontal

Figura 11. Imagen que representa la maniobra Marcha ascendente

Figura 12. Imagen que representa la maniobra Rodado en sábana.

Figura 13. Tabla que representa la operacionalización de las variables.

Figura 14. Alteración de la estereotipia del movimiento

Figura 15. Algoritmo de selección de la muestra

Figura 16. Tabla que representa los grupos de estudio y el estándar de oro.

Figura 17. Hallazgos de la IRM y PES antes de las 16 SEC.

Figura 18. Representa tabla de contingencia, valor diagnóstico de los PES.

Figura 19. Representa tabla de contingencia, calor diagnóstico de IRM.

Figura 20. Tabla que representa los resultados para los PES.

Figura 21. Tabla que representa los resultados para IRM

Figura 22. Gráfica que representa los resultados de las pruebas de evaluación.

Figura 23. Gráfica que muestra los valores de la Razón de verosimilitud positiva y negativa de ambas pruebas, con respecto a la unidad.

Figura 24. Tabla que representa la medición de la consistencia: Criterios de Landis y Koch.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PES Patrones Elementales Sensoriomotores

IRM Imagen por Resonancia Magnética

SEC Semanas de Edad Corregida

SNC Sistema Nervioso Central

MEC Movimientos Elementales Complejos

OMS Organización Mundial de la Salud

SenSensibilidad

EspEspecificidad

VppValor Predictivo Positivo

VpnValor Predictivo Negativo

Rv+ Razón de Verosimilitudes positiva

Rv- Razón de Verosimilitudes negativa

KaKappa intraobservador

KeKappa extraobservador

LCR Liquido Céfalo Raquídeo

UIND Unidad de Investigación en Neurodesarrollo

MTS Miembros Torácicos

MPS Miembros Pélvicos

X max Valor máximo

X min Valor Mínimo

CC Cuerpo Calloso

AMV Alteración en la Morfología Ventricular

ESA Espacio Subaracnoideo

T1 Tiempo de aparición de magnetización transversal

T2 Tiempo de restablecimiento de magnetización longitudinal

FN Fecha de Nacimiento

FNco Fecha de Nacimiento Corregida

Fe Fecha del Estudio

ECoe Edad Corregida al Estudio

BDIS-II Battelle Developmental Inventory Screening

PRUNAPE Prueba Nacional de Pesquisa

1. INTRODUCCIÓN

La terapia Katona se fundamenta en la capacidad de reorganizar y modificar funciones, adaptándose a los cambios externos e internos (plasticidad cerebral) y basándose en la ejecución temprana y repetida de los Patrones Elementales Sensoriomotores (PES)(Katona, 1999) del desarrollo, definidos como un conjunto de modelos motores innatos, de estimulación vestibular con organización cerebral a nivel cortical y de los ganglios basales, propios del ser humano(Porras-Kattz y Harmony, 2007).

La terapia de neurohabilitación Katona se considera un método diagnóstico-terapéutico que se utiliza de manera temprana durante los primeros meses postnatales y se recomienda principalmente en lactantes expuestos a factores de riesgo prenatales y perinatales que pueden desarrollar daño cerebral, el concepto propone de manera clara la ejecución de los PES: el bebé debe realizar de manera activa todas las actividades terapéuticas de neurodesarrollo, solamente con el apoyo necesario por parte del fisioterapeuta para lograrlas(Barrera Reséndiz, 2011).

La detección oportuna del daño neurológico infantil es una actividad prioritaria en el contexto de la salud pública así como la prevención de invalidez y secuelas por su elevada incidencia, la discapacidad en la edad pediátrica se presenta con una deficiencia o alteración del desarrollo lo cual se estima que afecta aproximadamente a 10% de todos los niños(Pineda, 2002).

Para trabajar de manera efectiva con esta población se requiere de diversos estudios tanto clínicos como de gabinete que permitan un acertado y puntual diagnóstico, desafortunadamente, estudios tales como la Imagen de Resonancia Magnética (Héran y Lafitte, 2009; Lebber y Rijke, 2003)conllevan un alto costo, un perfil profesional específico y equipo sofisticado que lo hace poco

accesible a esta población. Asimismo, el no detectar una alteración en imágenes de resonancia magnética en pacientes con factores de riesgo de lesión cerebral, no exime de la intervención terapéutica temprana.

Por lo anterior es de suma importancia contar con herramientas diagnósticas confiables y de alto valor predictivo, que a su vez sean accesibles económicamente y viables para la población en general, del mismo modo disminuir el diagnóstico incierto, inadecuado o tardío y aumentar la incidencia de la intervención temprana, utilizando pruebas clínicas como la valoración con metodología Katona.

El presente estudio retrospectivo cuantitativo de tipo observacional descriptivo en una población pretende determinar el valor diagnóstico de los PES durante las primeras 16 semanas de edad corregida ingresados a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” en el periodo de 2008 a 2013. La validez de dicha prueba estará constituida por la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo, razón de verosimilitudes positiva negativa, así como el índice de concordancia Kappa intraobservador e interobservador.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El papel fundamental de la ciencia médica es la prevención de enfermedades y, dentro de ello, las condiciones que pueden afectar al sistema nervioso, paradójicamente, el avance de la neonatología ha permitido la viabilidad y supervivencia de recién nacidos cada vez más prematuros y de menor peso, pero a costa de un incremento de secuelas neurológicas, a falta también de prevención de la discapacidad a través de programas de seguimiento de neurodesarrollo neonatal e infantil que detecten y atiendan, de manera temprana y oportuna a esta población (Castaño, 2002; Chávez-Torres et al., 2012).

La detección oportuna del daño neurológico infantil es una actividad prioritaria en el contexto de la salud pública y la prevención de invalidez, su elevada incidencia la coloca entre las tareas principales de los sistemas nacionales de salud. Su potencial discapacitante en el desarrollo del individuo se manifiesta tanto en niveles básicos de ejecución funcional como en las expresiones conductuales más refinadas y características del ser humano, la importancia de conocer los factores de riesgo (pre, peri y post natales) y sus consecuencias tiene la finalidad de iniciar de manera temprana un tratamiento habilitatorio para auxiliar al Sistema Nervioso en su desarrollo lo más cercano posible a lo normal y limitar el efecto adverso del factor de riesgo (Barrera Reséndiz, 2011; Sánchez Pérez et al., 2006).

En México, de acuerdo con lo expresado por Robaina-Castellanos en el 2010, no se conoce la prevalencia de la parálisis cerebral ni de otras discapacidades tempranas del neurodesarrollo, sin embargo, se reporta que la parálisis cerebral aproximadamente entre dos y tres por cada 1000 nacidos vivos,

mostrándose una mayor demanda asistencial en las instituciones públicas y privadas que ofrecen servicios de rehabilitación(Chávez-Torres et al., 2012).

Arizcum-Pineda en el 2002 (referido en Sánchez-Zúñiga, Pérez-Madero, Martín López, y Pérez Moreno, 2009) menciona que la discapacidad en la edad pediátrica se presenta con una deficiencia o alteración del desarrollo, lo cual se estima que afecta aproximadamente a 10% de todos los niños, Sánchez-Zúñiga en el mismo año afirma que estos casos se relacionan frecuentemente a problemas de reproducción, genéticos del embarazo (periodo embrionario y fetal) y del parto, aunque también pueden aparecer como secuelas de trastornos en la propia edad neonatal, así como a otras deficiencias en relación con patologías neonatales (hipoxia, hemorragias cerebrales, prematurez, etc.) que se diagnostican durante la hospitalización del niño en los servicios de neonatología.

A pesar de los avances en el cuidado perinatal que han tenido como consecuencia una disminución de la morbilidad y la mortalidad del recién nacido, la incidencia de parálisis cerebral y de retraso mental no ha disminuido, manteniéndose vigente en 2 de cada 1,000 nacidos vivos: por una mayor sobrevivencia de los neonatos con edades de gestación y peso al nacer cada vez menores, y en ellos 25 a 40% desarrollan secuelas neurológicas (Fernández-Bouzas, Ortega-Avila, Harmony, y Santiago, 2004; Castellanos Navarro, Ruiz Chávez y Flores Nava, 2012).

Las principales causas de muerte neonatal son: prematuridad (28%), con cerca de la mitad de estos pacientes con morbilidad neurológica, infecciones (26% [Incluye tétanos, diarrea]) y asfixia perinatal (23%), encontrándose una asociación entre la asfixia perinatal y los factores de riesgo perinatales(Pilar-Álvarez, 2009).

Sin embargo, Romo (2012) menciona que no se encuentra un estudio de validación en México, por lo que se considera de suma importancia contar con una

herramienta validada, preferentemente propia, para ser aplicada en nuestra población y con esto implementar intervenciones tempranas de manera sistemática, dirigida y con fundamento científico.

Para abordar dicha población se requiere de diversos estudios de gabinete tales como IRM, que permitan un acertado y puntual diagnóstico, desafortunadamente, dichos estudios conllevan un alto costo y equipo sofisticado que lo hace poco accesible a esta población.

Por lo anterior, en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” cuenta con una población con y sin factores de riesgo de lesión cerebral, evaluada por pruebas clínico-diagnósticas como la Escala de Desarrollo Infantil Bayley segunda versión y de los PES en el Aula de neurohabilitación, así como las pruebas de Imagen de Resonancia Magnética (IRM), Electro Encefalograma, Potenciales Evocados Visuales, Potenciales Auditivos de Tallo Cerebral y Potenciales de Estado, sin embargo dichos estudios implican un alto costo y baja accesibilidad por parte de la población mexicana.

En esta unidad, el lactante dentro del protocolo de investigación, es evaluado inicialmente en cinco ocasiones, posteriormente se programa una valoración mensual hasta que el paciente tenga 12 meses de edad corregida, para posteriormente dar un seguimiento bimestral hasta los 36 meses, dichas evaluaciones con la metodología Katona, información que nos permitirá establecer la validez de los PES en dicha población, de ahí que nace la siguiente interrogante:

¿Cuál es la Validez de los PES como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida en pacientes adscritos a la UIND en el periodo 2008 a 2013?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La detección temprana de un trastorno en el desarrollo motor a través de la valoración clínica y por imagen , posibilita contar con un diagnóstico más preciso, para intervenir de manera precoz a través de la terapia neurohabilitatoria, de esta manera permite intervenir durante el período crítico de plasticidad cerebral con el fin de disminuir secuelas o daños que pudieran establecerse en caso de no intervenir de manera oportuna, logrando así una consolidación de patrones motores lo más cercano a la edad que corresponde.

Se cuenta con la necesidad de implementar instrumentos económicamente viables con el afán de tener mayor accesibilidad a este tipo de instrumentos y de esta manera aumentar el número pacientes con un diagnóstico temprano y certero, o en su defecto descartar una lesión cerebral. Por lo anterior es de suma importancia contar con una herramienta de bajo costo y accesible como los PES, que puede ser de gran apoyo como instrumento complementario de valoración, que garantice un diagnóstico temprano en los pacientes, para minimizar la manifestación de una probable discapacidad, lo que coadyuvará a menor tiempo de tratamiento y un ahorro sustancioso en lo que respecta a los de servicios de salud, así como un menor impacto social.

Investigaciones de este tipo abren nuevos campos de acción y atención para la fisioterapia; la intervención del fisioterapeuta antes de que la expresión de la lesión se haga evidente (neurohabilitación) y no solo para disminuir las secuelas (neuor rehabilitación), así como reconocimiento de la labor del fisioterapeuta en la intervención temprana, debido a que en la actualidad existe un limitado

conocimiento de la neurohabilitación, su aplicación en la terapéutica precoz y su competencia en la fisioterapia.

Fomentar una cultura preventiva y la apertura de nuevos de espacios específicos orientados a la realización de la terapia neurohabilitatoria, permitirá vislumbrar nuevos enfoques, métodos y técnicas de intervención terapéutica y diagnóstica efectiva que favorezcan un desarrollo integral del individuo y disminución de invalidez, como la intervención temprana presume por resultados de investigaciones recientes un perfil de comportamiento de esta población a disminuir la morbilidad en pacientes pediátricos y las secuelas de lesión cerebral, para con esto aminorar los costos en el tratamiento de rehabilitación.

En conclusión como lo manifiesta Oreiro (Ahlbom et al., 2007; Álvarez Cáceres, 2007a, 2007b; Porras-Kattz & Harmony, 2007; Robaina-Castellanos, Riesgo-Rodríguez, & Robaina-Castellanos, 2007; Suárez et al., 2007), el no detectar una alteración en las imágenes de resonancia magnética en pacientes con factores de riesgo de lesión cerebral, no exime de la necesidad de la intervención terapéutica temprana y oportuna en dicha población, ya que es posible que el pronóstico de hoy pueda ser en el futuro, si no incorrecto, por lo menos posible de haberse modificado, por lo anterior el detectar alteraciones neurológicas con pruebas clínicas como los PES, será importante para esta población, siendo de bajo costo y poca tecnología para su aplicación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo principal

Determinar la validez de los PES como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida en población adscrita a la UIND en el periodo 2008 a 2013.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el índice de Kappa Intraobservador e interobservador de los PES
- Determinar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de verosimilitudes positiva y negativa
- Determinar el valor diagnóstico de la IRM adquirida durante las primeras 16 semanas de edad corregida para su comparación con los PES.

1.4 HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN

Los PES tienen una validez como herramienta diagnóstica de alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida en pacientes adscritos a la UIND en el periodo 2008 a 2013.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Neurohabilitación

Porras y Harmony en el (2007, pp125-135) comentan que la neurohabilitación:

“Es un método desarrollado en Hungría por Katona, iniciándose un programa en 1966 por un grupo de especialistas relacionados con la Neurología del Desarrollo, cuyo objetivo primordial de estudio ha sido, desde entonces, evaluar si los síntomas pre y perinatales del daño cerebral pueden diagnosticarse los primeros meses de vida, y si el desarrollo de más síntomas puede prevenirse mediante una terapia oportuna”

Barrera-Reséndiz (Barrera Reséndiz, 2011; García García, Jiménez Ponce, Arnaud Viñas, Ramírez Tapia, y Lino Pérez, 2011; Riviera et al., 2011) define la neurohabilitación como un método diagnóstico-terapéutico que se utiliza de manera temprana durante los primeros meses postnatales y que se recomienda principalmente en lactantes expuestos a factores de riesgo prenatales y perinatales que pueden desarrollar daño cerebral.

Porras-Kattz y Harmony(2007), refieren a Katona (Katona, 1989) afirmando que la neurohabilitación, como método terapéutico, propone la realización de un programa intensivo en el que el recién nacido debe ejecutar por sí mismo los movimientos complejos propios del ser humano, los denominados PES, que contempla la disminución de la expresión de anomalías existentes por la maduración apropiada del Sistema Nervioso Central (SNC), estas conductas estimulan al sistema vestibular, favoreciendo el desarrollo motor normal y evitando

el desarrollo de posturas y movimientos anormales. La terapia Katona se fundamenta en la estimulación de diferentes vías de información sensorial: vestibular, propioceptiva, visual y auditiva(Barrera Reséndiz, 2011).

Katona en 1989 afirma que el método de neurohabilitación tiene dos grandes tareas clínicas con neonatos y lactantes en riesgo a desarrollar daño cerebral: la intervención precoz que disminuya el desarrollo de éstasy el diagnóstico temprano de alteraciones neurológicas, teniendo este último gran relevancia para este estudio(Barrera Reséndiz, 2011).

FerencKatona en el año 1988 (referido porBarrera Reséndiz, 2011) menciona que su método se fundamenta principalmente en: la plasticidad del sistema nervioso inmaduro, la cual le da la posibilidad de evitar la instalación y manifestación definitiva de lesiones, la repetición intensiva de los patrones sensoriomotores de movimiento y la participación del núcleo familiar.

2.2 Plasticidad cerebral

El principio de organización que fundamenta la aplicación de programas de intervención terapéutica para la recuperación funcional es la plasticidad cerebral. Es la capacidad de reorganizar y modificar funciones, adaptándose a los cambios externos e internos (Hernández-Muela, Mulas, y Mattos, 2004).

Están implicados en la plasticidad cerebral tanto factores externos (la calidad de la rehabilitación y trabajo ofertados, etc.), como factores propios de la ecología del niño (percepción de la enfermedad y ambiente por parte de la familia, factores demográficos, etc.) (Hernández-Muela et al., 2004; Leber y Rijke, 2003).

La recuperación de funciones abolidas o alteradas a consecuencia de una lesión puede hacerse a través de vías de reserva que no se emplean habitualmente, hasta que la claudicación de la vía primaria lo hace necesario y se produce su activación o desenmascaramiento en el caso particular de las lesiones motoras, las vías accesorias pueden ser: (Castaño, 2002; Dombovy y Back, 1988).

1. Fibras preservadas en los brazos anterior y posterior de la cápsula interna y en el tronco cerebral.

2. La corteza motora ipsilateral al lado parético, a través del haz piramidal directo (no decusado). Esto se ha corroborado por estimulación magnética transcraneal y por Potenciales Evocados de Tronco cerebral, con medición del flujo regional cerebral.

3. Múltiples sistemas paralelos con superposición de áreas corticales y de conexiones con motoneuronas medulares, que en situación normal cooperan con el fin de manejar toda la información necesaria para el rápido y preciso control de

movimientos complejos poliarticulares, constituyen una reserva para la recuperación de funciones.

4. La multiplicidad de vías anatómicas se presenta también en el circuito cortico-estriado-negro-talamo-cortical, donde se describen por lo menos cinco vías paralelas separadas. Después de una lesión, se restablece el balance parcial de actividades con los circuitos que quedan indemnes.

Otro mecanismo de recuperación es el brote de fibras colaterales, a partir de axones preservados que reinervan a los que sufrieron axonotomía por una lesión, conocido bien en la neurona motora periférica y se ha demostrado en la sustancia gris central, aunque limitado a cortas distancias (menos de 250 μm). Debiendo tomar en cuenta que si este reemplazo sináptico no sigue un orden y direccionalidad adecuados, el resultado puede ser adverso (por ejemplo convulsiones o espasticidad)(Castaño, 2002).

Los estímulos a utilizar (input) son diversos y en la generación de las respuestas (output) se consigue establecer o reforzar circuitos neuronales que facilitan la adquisición de funciones cerebrales dificultadas por diversas lesiones o problemas(Hernández-Muela et al., 2004).

Hernandez Muela (2004) menciona dos Puntos de gran importancia en la comprensión de la génesis de la plasticidad neuronal; la reorganización cerebral tras el tratamiento precoz. Uno de estos puntos es una jerarquía en la organización neuroaxial de forma que los segmentos inferiores llevan a cabo funciones específicas sometidas al control y modulación de estamentos superiores, de modo que la complejidad del procesamiento de la información aumenta progresivamente a medida que el nivel llega a ser más cefálico.

El otro punto es la lateralidad cerebral se expresa en tres aspectos: simetría anatómica, diferencias funcionales unilaterales (como la localización del lenguaje, el habla y el procesamiento analítico en el hemisferio izquierdo, y las habilidades temporoespaciales, musicales y el repertorio emocional y humorístico, en el derecho) y control sensoriomotor contralateral(Hernández-Muela et al., 2004).

Greenough (1987), tras sus experiencias en ratas propuso distinguir dos tipos de información acumulada en el cerebro inducida por el entorno: mientras una la llamo Experience-espectant, refiriendose a cambios producidos por aspectos del entornos que son comunes a todos los miembros de la especie (por ejemplo la luz), encontrando una sobreproducción inicial, seguida más tarde en el proceso evolutivo de una perdida, sin embargo observó que en ratas expuestas a estímulos habituales a la especie, el número de sinapsis por neurona es sensiblemente mayor que en ratas privadas.

El otro tipo de información la denominó Experience-dependent, la información absorbida del entorno que puede ser única para el individuo en particular (un aprendizaje específico), observando el mayor número de sinápsis por neurona en las ratas sometidas a aprendizaje específico(Castaño, 2002).

Antecedentes como este constituyen la base y respaldo de técnicas tanto neurorrehabilitatorias como neurohabilitatorias como Katona, dicha técnica fundamenta su efectividad en la plasticidad cerebral ya que es posible modificar funcional y estructuralmente el cerebro, cambiar su organización sináptica, incrementar las conexiones sinápticas, influir en la orientación dendrítica(Castaño, 2002).

2.3 Patrones Elementales Sensoriomotores

Hablar de Neurohabilitación conlleva implícitamente la necesidad de definir los PES o Movimientos Elementales Complejos (MEC) y su función en dicha terapia, Porrás y Harmony (2007) refieren a Katona cuando afirma que la neurohabilitación fundamenta la mayor parte del desarrollo en la ejecución temprana y repetida de los patrones elementales sensoriomotores del desarrollo. Éstos son un grupo de conductas complejas, congénitas, no reflejas, propias del ser humano, que pueden ser entrenadas mediante procedimientos neurohabilitatorios específicos (Katona, 1999).

Pérez (2004) afirma que uno de los logros más relevantes en el trabajo del Departamento de Neurología del Desarrollo y Neurorrehabilitación (en Hungría) fue el de identificar un conjunto de patrones motores elementales, los cuales pueden ser utilizados por un lado para el diagnóstico y por otro como procedimientos habilitatorios para niños de alto riesgo, estos patrones se presentan desde la semana 28 ó 29 de gestación del infante.

Katona describió los PES, en 1974 como un conjunto de modelos motores innatos, de estimulación vestibular con organización cerebral a nivel cortical y de los ganglios basales, propios del ser humano; que requieren de la integración de sistemas funcionales superiores que involucren respuestas generalizadas como antecedentes para el logro de la posición erecta y la marcha bípeda del humano, a diferencia de los reflejos primitivos controlados por el tallo cerebral que estimulan una parte localizada del cuerpo (Alvarado-Ruiz, Martínez-Vázquez, Sánchez, Solís-Chan y Mandujano-Valdés, 2012).

Porrás-Kattz y Harmony en el año (2007) refieren a Katona 1992 cuando menciona que los patrones neuromotores pueden ser activados al colocar al

recién nacido en posiciones corporales específicas, que activan los sistemas vestíbulo-espinal y retículo-espinal, los ganglios basales y el arquipaleocerebelo. La mayoría de estos sistemas tienen una mielinización temprana y un funcionamiento temprano. Los patrones elementales neuromotores reflejan las más importantes formas de movimientos humanos –desarrollados espontáneamente–, tales como: gateo, sedestación y marcha, y la mayoría de ellos son específicos del ser humano.

Katona en 1989 afirma que la terapia neurohabilitatoria se fundamenta principalmente en la activación de sistemas que presentan una mielinización y funcionamiento temprano, tales como: sistema vestíbulo-espinal, retículo-espinal, extrapiramidal y cerebelo(Barrera Reséndiz, 2011).

El sistema vestibular tiene funciones sensitivas que contribuyen a la percepción del propio movimiento, la posición de la cabeza y la orientación espacial en relación con la gravedad, cumpliendo a su vez funciones motoras importantes, que ayudan a estabilizar la mirada, la cabeza y la postura. Participan los núcleos vestibulares que mandan información de manera directa con estructuras cerebelosas, médula espinal, del tronco encefálico como la formación reticular; núcleos motores oculares, a su vez al tálamo y de ahí a corteza cerebral, así como a núcleos de la base(Gilman y Winans-Newman, 2003; Purves et al., 2004).

Teniendo efecto sobre el tono de los músculos extensores del tronco y extremidades para producir fuerza contra la gravedad y mantener la postura erecta, además algunas proyecciones del haz vestíbulo espinal terminan en motoneuronas del cuello que controlan la mirada; movimientos coordinados el cuello y ojos(Gilman y Winans-Newman, 2003).

La reproducción de los PES también estimula la vía visual, para dicha estimulación se buscará principalmente la fijación visual del bebé, para que de esta manera puedan llevarse a cabo los patrones utilizando la misma figura del facilitador o material de ayuda, debiendo ser éstos llamativos, con tonos de contraste y de un tamaño relativamente grande para que los rayos luminosos provenientes de dichos objetos alcancen el ojo, pasen a través de la córnea y el cristalino, donde ocurre la refracción y se forme una imagen sobre la retina(Barrera Reséndiz, 2011; Gilman y Winans-Newman, 2003).

La visión es el más importante de los sentidos del hombre. Casi toda la percepción del ambiente que rodea a una persona llega a través de sus ojos. El sistema visual del hombre es capaz de adaptarse a cambios externos de intensidad de la luz para poder observar con claridad; asimismo, tiene la capacidad de diferenciar colores y efectuar una percepción profunda. El órgano de la visión es el ojo; las estructuras accesorias son párpados, glándulas lagrimales y músculos extrínsecos del ojo. Tiene cuatro componentes funcionales: una cubierta protectora (esclerótica), una envoltura nutricia a prueba de luz, un sistema dióptrico (cornea y cristalino) y una capa integradora receptiva (retina)(Afifi y Bergam, 2006).

La audición participa de manera relevante al dirigir y controlar los movimientos de la cabeza y ojos, transformando ondas sonoras en distintos patrones de actividad neural, tomando parte importante en la terapia Katona para estimular la atención del sujeto hacia el estímulo, dicho estímulo sonoro viaja desde la fuente mediante ondas de presión generadas por las moléculas del aire que vibran propagándose en tres direcciones(Purves et al., 2004).

Los seres humanos pueden detectar sonidos de intervalo de frecuencias de entre 20 HZ hasta 20 KHZ, sin embargo los lactantes pueden oír frecuencias

algo superiores a 20kHz, perdiendo esta sensibilidad de alta frecuencia a medida que maduran. Sin embargo el ser humano es altamente sensible por las características anatómicas del oído a frecuencias de intervalo de 2-5 kHz, de gran relevancia pues parece relacionarse directamente con la percepción de la palabra, pues aunque la palabra humana es de banda ancha, la energía de consonantes (por ejemplo: *ba* y *pa*), los sonidos elementales está concentrada alrededor de los 3 kHz (Purves et al., 2004).

Barrera-Reséndiz en el año (2011) refiriendo a Katona 1988 afirma que través de la estimulación repetitiva de estos patrones sensoriomotores (que son propios del ser humano), se estimulan el desarrollo de posturas y movimientos normales para la edad del sujeto, de esta manera se auxiliará al SN en su maduración y que ésta sea lo más próxima a la normal.

Katona 1988 se encuentra citado por Porras y Harmony (2007) cuando menciona que los PES en función del objetivo ontogénico que persiguen, pueden dividirse en dos grandes grupos (Figura 1), el caracterizado por lograr la verticalización de la cabeza (Figura 2,3,4) y la producción de cadenas de movimientos complejos, que están dirigidos a la verticalización del cuerpo y el caracterizado por movimientos complejos dirigidos a la locomoción y cambios de la posición corporal (figura 5-12) (Barrera Reséndiz, 2011).

Verticalización	Locomoción
<p>Elevación de tronco con tracción de manos</p> <p>Elevación de tronco con apoyo en espalda-cadera</p> <p>Sentado al aire</p>	<p>Arrastre horizontal</p> <p>Arrastre en plano ascendente</p> <p>Arrastre en plano descendente</p> <p>Gateo asistido</p> <p>Gateo asistido modificado</p> <p>Marcha en plano horizontal</p> <p>Marcha en plano ascendente</p> <p>Rodamiento izquierda y derecha</p>

Figura 1. Tabla que representa los PATRONES ELEMENTALES SENSORIMOTORES según objetivo ontogenético.

Katona en 1988 menciona que de esta manera, la activación repetitiva de maniobras habilitatorias como elevación de tronco, sentado al aire, arrastre horizontal, gateo asistido, marcha elemental, etc. son conductas precursoras de los movimientos complejos de sedestación, cambios de postura, arrastre, gateo, marcha, etc. con los cuales se logra la maduración e independencia motriz (Barrera Reséndiz, 2011; Porrás-Kattz y Harmony, 2007).



Figura 2. Imagen que representa la maniobra Elevación de tronco con tracción de manos



Figura 3. Imagen que representa la maniobra elevación de tronco con apoyo en espalda-cadera.



Figura 4. Imagen que representa la maniobra Sentado en el aire.



Figura 5. Imagen que representa la maniobra arrastre horizontal.



Figura 6. Imagen que representa la maniobra gateo asistido.



Figura 7. Imagen que representa la maniobra gateo asistido modificado.



Figura 8. Imagen que representa la maniobra Arrastre en plano descendente.



Figura 9. Imagen que representa la maniobra Arrastre en plano ascendente.



Figura 10. Imagen que representa la maniobra marcha horizontal.



Figura 11. Imagen que representa la maniobra marcha ascendente.



Figura 12. Imagen que representa la maniobra rodado en sábana.

2.4 Núcleo familiar

El fenómeno del “apego”, que en el transcurso de desarrollo de hombre designa la primera etapa del establecimiento de una relación, se conoce y ha sido comentado desde los orígenes de la historia, iniciando estudios más detallados del fenómeno primero por etólogos en animales pequeños, luego por psicólogos y psiquiatras, y finalmente por pediatras, sin embargo los conceptos del periodo crítico del desarrollo no revelaron ser directamente aplicables al lactante humano, sin embargo, incitaron el desarrollo de investigaciones sobre el comportamiento recíproco entre madre y bebé en la especie humana (Levovici y Weil-Halpern, 2006).

Un enfoque más específico para la comprensión de los mecanismos de estas primeras etapas del establecimiento de la relación se basa en los conceptos freudianos de relación de objeto como componente fundamental de las funciones del yo. Levovici hizo una exposición teórico-práctica en su estudio sobre la relación madre-hijo. La primera gran serie de estudios que vino después, se inició en los años cuarenta con niños de instituciones de formación profesional con programas de estudio, siendo Lawson Lowrey y J. McVick Hunt los que describieron los desastrosos efectos de la ausencia materna en la personalidad y el desarrollo cognoscitivo posteriores de los bebés en los orfanatos de Nueva York y Teherán (Levovici y Weil-Halpern, 2006).

Para Freud la madre es también calmante “para-excitación” y contribuye a preservar a su bebé contra excitaciones difusas: lo hace dormir. Brazelton por su parte describe que la madre le permite acopiar sus recursos y encontrarse en el sueño paradójico. Sin embargo Bowlby realiza una revisión devastadora de dicha teoría freudiana al describir los vínculos sociales de apego en el bebé humano, mencionando que su ruptura es responsable de la pérdida y del duelo que marca

las consecuencias de la separación. Estableciéndose dichos vínculos con sus compañeros de crianza; los vínculos están ligados por una parte a la que la madre le organiza a su bebé y aquella que se acerca a la aparición de comportamientos maternos(Levobici y Weil-Halpern, 2006).

El tratamiento y atención debe asegurarse en el seno de la familia. Los países desarrollados pasaron de la fundación de instituciones, al apoyo de la familia, a la planificación y ayuda a la constitución del medio familiar adecuado para realizar la terapia regularmente de por lo menos tres horas, repartidos durante el día, que necesita el lactante con daño cerebral. La relación entre el lactante y la madre es fundamental en esta etapa de la vida y la motivación es la que hace que sea la madre quien realice la terapia(Ainsworth et al., 1974; Marfo, 1988).

2.5 Factores de riesgo neurológico

Ruiz en el 2004 (citado por Ramos, 2007) afirma que el concepto de recién nacido de riesgo neurológico nace en Inglaterra en 1960, siendo definido como aquel niño que por sus antecedentes pre, peri o postnatales, tiene más probabilidades de presentar en los primeros años de la vida, problemas de desarrollo, ya sean cognitivos, motores, sensoriales o de comportamiento y pudiendo ser éstos, transitorios o definitivos.

Es decir, el niño de riesgo neurológico es un niño que por sus antecedentes pre, peri o postnatales, tiene mayor probabilidad de presentar déficit neurológico: motriz, sensorial o cognitivo (Argúelles Póo, Campistol-Plana y Iriondo-Sanz, 2000; Parmelee, 1979).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Argúelles Póo et al., 2000; Bayley, 2000; Ramos Sánchez y Márquez Luque, 2000), entre el 3-5 % de todos los embarazos se consideran de alto riesgo y aproximadamente el 12% son de riesgo moderado, en tanto, Sánchez-Zúñiga (2009), refiere a Arizcun-Pineda 2002 afirmando que la discapacidad en la edad pediátrica que se presenta con una deficiencia o alteración del desarrollo se estima que afecta aproximadamente a 10% de todos los niños.

Sin embargo, la posibilidad de tal riesgo está presente, parece que a pesar de los avances en la medicina perinatal y de su repercusión favorable en la disminución en la mortalidad neonatal, la incidencia de lesiones neurológicas en estos recién nacidos no se ha modificado sustancialmente, manteniéndose vigente en 2 de cada 1,000 nacidos vivos: por una mayor sobrevivencia de los neonatos con edades de gestación y peso al nacer cada vez menores, y en ellos 25 a 40%

desarrollan secuelas neurológicas(Castellanos-Navarro, Ruiz-Chávez y Flores-Nava, 2012; Ramos-Sánchez y Márquez-Luque, 2000).

Sánchez-Zuñiga (2009) menciona que estos casos se relacionan frecuentemente a problemas de reproducción, genéticos del embarazo (periodo embrionario y fetal) y del parto, aunque también pueden aparecer como secuelas de trastornos en la propia edad neonatal, así como a otras deficiencias en relación con patologías neonatales (hipoxia, hemorragias cerebrales, prematurez, etc.) que se diagnostican durante la hospitalización del niño en los servicios de neonatología.

2.5.1 Prematurez y edad corregida.

Ruiz Extremera (2004, pp 30-40) menciona que:

“Recién nacidos prematuros suelen tener dificultades en el tiempo de gestación, parto o periodo neonatal, con riesgo de padecer algún tipo de lesión o secuela neurológica, sobreviviendo en algunos casos gracias a la tecnología de las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos y precisando posteriormente de la ayuda de un programa multidisciplinario que cubra todas sus necesidades y las de los padres, para que puedan actuar oportunamente en cada ocasión de riesgo.”

Sánchez-Zúñiga (2009) afirma que el alto riesgo neurológico en el niño es un problema de salud pública en México, actualmente se estima que 7-8% de todos los recién nacidos vivos nacen de forma prematura (menos de 37 semanas) y que 1-2% nacen con peso inferior a 1,500 gr. Debido a los avances en cuidado crítico neonatal, la mortalidad de estos niños ha disminuido, pero 20% de estos pacientes evoluciona con alguna secuela neurológica.

Ella misma refiere a García (2002) cuando menciona que la frecuencia de mortalidad continúa disminuyendo especialmente entre los muy pretérminos y de peso muy bajo al nacer (peso inferior a 1,500 g), que implica un mayor riesgo de presentar secuelas psiconeurosensoriales, con reportes de 25-40% de estos casos.

La OMS desde el año 1961, considera recién nacido prematuro o pretérmino al niño cuyo parto se produce entre la 22 y 36.6 semanas de amenorrea (154 y 258 días). Esta definición está en relación con el criterio establecido de recién nacido a término si el nacimiento se produce desde la semana 37 a la 42. Por tanto, en el límite alto de la edad de gestación estarían los niños prematuros nacidos con 36 semanas completas y 6 días. Sin embargo Iriondo 2007 (referido en Pilar Álvarez , 2009) menciona que se han ido modificando estos datos a lo largo de los tiempos en relación con la mayor supervivencia de niños cada vez más imaduros existiendo un consenso internacional según el cual el límite de viabilidad se ha fijado en 23-24 semanas de gestación y menor edad de gestación, mayor será el riesgo de discapacidad.

Villanueva Egan, Contreras Gutiérrez, Pichardo Cuevas y Rosales Lucio (2009) afirman que los partos prematuros representan cerca de 75% de la mortalidad neonatal y cerca de la mitad de la morbilidad neurológica a largo plazo (en América Latina y el Caribe cada año nacen cerca de 12 millones de niños: 400,000 mueren antes de cumplir cinco años, 270,000 en el primer año de vida, 180,000 durante el primer mes de vida y 135,000 por prematuridad). A su vez Eichenwald EC en el 2008 (referido por Pilar Álvarez , 2009) menciona que en Estados Unidos la incidencia de prematuros es del 12.5% y de éstos, el 1.5 % de los niños son niños con muy bajo peso al nacimiento (menos de 1.500 gramos) y el 0.7% son de extremo bajo peso (menos de 1000 gramos).

Aunado a lo anterior la corrección de la edad gestacional puede ser un factor determinante para obtener respuestas fidedignas sobre el comportamiento. Así pues, se toma la edad corregida como parámetro para la medición del desarrollo, que puede posibilitar la oportunidad de que se eliminen en el niño factores adversos al nacimiento y que presente un repertorio comportamental sin desventajas, al corregir semanas faltantes o sobrantes a la edad de término en la edad cronológica (Albuquerque et al., 2009).

La edad corregida es la que tendría el niño si hubiera nacido el día que cumpliría 38 semanas de gestación, es decir la edad cronológica o edad actual se le resta las semanas faltantes para un nacimiento a término para obtener la edad corregida o edad ajustada. Se recomienda el uso de la edad corregida para hacer la valoración del peso, talla, perímetro cefálico y adquisiciones motoras hasta cumplidos hasta los 2 años de edad corregida, pero en los muy prematuros esta corrección se debe prolongar hasta los 3 años (Caserío & Pallás, 2009)

La importancia de la corrección de la pre-madurez para la evaluación radica en poder vigilar apropiadamente las habilidades del desarrollo; en el pre término, el SN no se ha desarrollado al mismo nivel que un neonato de término, necesitará completar las semanas faltantes antes de que se espere que tenga un desarrollo parecido al de un recién nacido y por lo tanto sus conductas tendrán que ser evaluadas según el ajuste de la edad (Albuquerque et al., 2009).

2.5.2 Asfixia perinatal.

La asfixia perinatal es una de las principales causas de morbilidad perinatal con una frecuencia de 1.6-5.3 por cada 100 recién nacidos vivos, dependiendo de la unidad hospitalaria y población estudiada; la incidencia de esta entidad varía con la edad gestacional, siendo en el recién nacido a término de 0.5% que contrasta con 50% en recién nacidos menores de 30 semanas de

gestación, atribuyendo de entre el 8% y el 17% de las parálisis cerebrales en los recién nacidos de término con acontecimientos perinatales adversos que sugieren asfixia(Gomella, Cunningham, y Fabien, 2009; Sánchez-Zúñiga et al., 2009).

Peña Riley en el 2001 (Referido en Pilar Álvarez , 2009) define como el daño que se produce en el recién nacido por una anomalía del intercambio gaseoso fetal, que da lugar a una serie de cambios irreversibles como: hipoxia (situación patológica caracterizada por una reducción en la concentración de oxígeno en los tejidos y la sangre, Presión de O₂ menor de 65 mmHg), hipercapnia (situación patológica caracterizada por una elevada concentración de dióxido de carbono en los tejidos y la sangre, Presión de CO₂ mayor de 65 mmHg), acidosis metabólica (situación patológica caracterizada por un aumento en la concentración de hidrogeniones en los tejidos y la sangre, Ph menor de 7.20), fracaso de la función de por lo menos dos órganos y en algunos casos la muerte.

2.5.3 Hemorragia.

Ballabh(Counsell, Tranter y Rutherford, 2010; Prieto Valiente y Herranz Tejedor, 2010; Rutherford et al., 2010), Volpe(2000, 2001), Bartels(Namakforoosh, 2005), Fanaroffy Amato en 1992 (Ahlbom et al., 2007; Álvarez Cáceres, 2007a, 2007b; Porras-Kattz y Harmony, 2007; Robaina-Castellanos et al., 2007; Suárez et al., 2007) mencionan que la Hemorragia Intra-ventricular es una complicación en el recién nacido prematuro y se origina en la matriz germinal subependimaria. Esta zona está irrigada por una red de vasos poco diferenciados, sin membrana basal, frágil y vulnerable a la inestabilidad hemodinámica del flujo sanguíneo cerebral y a variaciones de la presión arterial. La incidencia en recién nacidos menores de 1,500g ha disminuido de un 40%-50% a principio de los 80's hasta un 20%; en la

actualidad aumenta su incidencia con el grado de prematuridad, con predominio en aquellos que pesan menos de 1000 gr. al nacer y en neonatos con peso entre 500 a 750g, la incidencia es de un 45%. Más de un 90% de las hemorragias intraventriculares ocurren en las primeras 72 horas después del nacimiento, el 50% durante el primer día y el 100% dentro de los 10 primeros días de vida.

Mientras que la incidencia de la encefalopatía hipóxico isquémica es de 2 a 9 por cada 1000 nacidos vivos de término. La tasa de mortalidad en los recién nacidos de término con encefalopatía hipóxico isquémica es de 11% y 0-3% de cada 1000 nacidos vivos de término presentan alteración grave, estos datos son significativamente mayores para los recién nacidos prematuros (Gomella et al., 2009).

Castaño (2002) se ve referido cuando Sánchez Zuñiga (Gomella et al., 2009; Héran y Lafitte, 2009; Pilar Álvarez 2009; Ruiz M y Morillo Z., 2009; Sánchez-Zuñiga et al., 2009; Villanueva Egan et al., 2009) menciona que la privación sensorial puede afectar precozmente la arquitectura de la corteza cerebral con una consecuente atrofia que afecta la vida del individuo. En pacientes con lesiones del sistema nervioso central, que recuperan parcial o totalmente las funciones, se han postulado diversos mecanismos que intervienen en la recuperación, sea espontánea o generada por la intervención temprana.

2.6 Validez de la prueba

La magnitud del error de clasificación se describe a menudo utilizando los conceptos de sensibilidad y especificidad, requiriendo asumir que en una población existen o no personas con una determinada enfermedad, además de disponer con un procedimiento de clasificación(Ahlbom et al., 2007).

Unos de los aspectos que se quiere evaluar en la validez de una prueba es la capacidad de clasificar correctamente al enfermo como enfermo. La sensibilidad puede definirse como la capacidad de la prueba para clasificar correctamente al enfermo como enfermo o como la probabilidad de tener un resultado positivo si se tiene la enfermedad. Puede definirse también en términos probabilísticos como la probabilidad de tener un resultado positivo en la prueba sado que si está enfermo(Ruiz M y Morillo Z., 2009).

De la misma manera también surge la pregunta de si puede identificar al sujeto sano como sano y para la determinación de su validez es importante que el examen pueda clasificar correctamente al sujeto sano como sano. La especificidad es, entonces, el porcentaje del total de sanos que tiene un resultado negativo(Ruiz y Morillo Z., 2009).

El valor predictivo positivo (VPP) de una prueba diagnóstica para una determinada enfermedad es la probabilidad de que una persona, en la que la prueba es positiva, padezca la enfermedad de referencia. A esta característica también se le denomina probabilidad post-prueba de estar enfermo; La probabilidad de estar enfermo antes de realizar la prueba es la prevalencia de la enfermedad ajustada a las características del paciente, una vez realizada la prueba, si esta ha sido positiva, la probabilidad de que el paciente padezca la enfermedad es el VPP(Álvarez Cáceres, 2007a).

El valor predictivo negativo (VPN) de una prueba diagnóstica para una determinada enfermedad es la probabilidad de que una persona, en la que la prueba es negativa, no padezca la enfermedad de referencia. A esta característica también se le denomina probabilidad post-prueba de no estar enfermo; la probabilidad de no padecer la enfermedad antes de realizar la prueba es una menos la prevalencia de la enfermedad, ajustada a las características del paciente. Una vez realizada la prueba, si esta ha sido negativa, la probabilidad de que el paciente no padezca la enfermedad es el VPN(Álvarez Cáceres, 2007a).

La razón de probabilidades, constituye la comparación de proporciones entre sujetos con alteración y aquellos que no la tienen, que presentan un nivel dado de resultado de una prueba diagnóstica, sea ésta la presencia o ausencia de un signo, síntoma o resultado de un examen de laboratorio. La razón de propabilidades para un resultado (RV+) positivo compara la proporción de verdaderos positivos entre el total de enfermos (sensibilidad), con la de los falsos positivos (1 -especificidad). Mientras que la razón de probabilidades para un resultado negativo (RV-), a su vez, compara la proporción de falsos negativos (1 – sensibilidad) en relación con la de la especificidad de la prueba(Suárez et al., 2007).

Las propiedades de la razón de probabilidades muestran que no se ven afectados por la prevalencia de la enfermedad en estudio, pueden calcularse para varios niveles de signo, síntoma o resultado de la prueba y constituye una herramienta para reducir la lista de hipótesis diagnósticas. Es usada para valorar qué tan buena es una prueba diagnóstica, ayuda a seleccionar una prueba apropiada y la secuencia de las mismas. Cuanto más se aleja el cociente de 1 hacia 0 o al infinito, mejor es el cociente y la información positiva o negativa que aporta la prueba; si la RV+ es mayor a 1, o la RV- es mejor a 1, la prueba tiene propiedad diagnóstica(Suárez et al., 2007).

La concordancia entre varios observadores es el grado de acuerdo que existe entre ellos respecto a una determinada cuestión. La concordancia entre varios diagnósticos (interobservador) incluso de un clínico consigo mismo (intraobservador), en la valoración de pruebas diagnósticas suele ser de gran importancia para definir la validez de una prueba. En las ciencias de la salud la concordancia más utilizada es el índice de Kappa, el cual mide la proporción de acuerdo más allá del azar, su valor oscila entre cero (un desacuerdo total) y uno (acuerdo completo)(Álvarez Cáceres, 2007a).

Mansur(Cerda y Villarroel, 2008; Rial-Boubeta y Varela Mallou, 2008) publica que la valoración de las posibilidades diagnósticas a través de instrumentos y de la eficacia terapéutica debe ser confiable y válida”. Afirma que *“Una historia clínica y un examen detallados se usan para obtener un cuadro completo del paciente como tal. El uso de un instrumento de puntuación, sirve para detectar y registrar las características comunes y las variables en un definido de pacientes. En este caso, el proceso exige una estandarización de la terminología y de las variables”*(pp 54-58). Y por consiguiente es necesario saber el valor predictivo de los PES.

Romo (2012) refiere a Rydz 2006 cuando menciona que una prueba de tamizaje debe ser fácil y rápida de aplicar, económicamente viable, confiable y válida (especificidad y sensibilidad > 0.7). La utilidad de una prueba debe ir precedida de un proceso de validación concurrente, donde se busca conocer la medida en las que coinciden los resultados de dicha prueba con las evaluaciones diagnósticas habitualmente utilizadas (estándar de oro).

Se ha observado que la incorporación de estas pruebas en la práctica rutinaria, favorece la pesquisa precoz de las alteraciones del desarrollo y permite una intervención temprana y oportuna debido que los datos nacionales indican que

las discapacidades del desarrollo y los riesgos a menudo no se identifican sino hasta la edad preescolar, aunque los pediátricos tengan visitas regulares con el personal de salud en las que se podrían haber identificado los problemas. También motiva la preocupación de los padres, promueve la estimulación en el hogar y aumenta el grado de satisfacción con la consulta pediátrica, fortaleciendo la relación entre el médico, el paciente y su familia(Halfon et al., 2004).

Romo (2012)reporta en un meta-análisis de 13 pruebas de tamizaje de neurodesarrollo para menores de 5 años desde 1980 a 2012 en Estados Unidos de Norte America y Latinoamérica (anexo1) que la prueba BattelleDevelopmentalInventoryScreenning2da edición (BDIST-II) obtuvo la mejor sensibilidad y especificidad (0.93 y 0.88) y que la Prueba Nacional de Pesquisa (PRUNAPE) muestra un VPP= 0.94 y VPN= 0.97. Siendo éstas las mejor calificadas. concluyendo que BDIST-II obtuvo la mayor validez de criterio, y PRUNAPE fue la más predictiva. Sin embargo afirma que no se encontraron estudios de validación en México. Por lo tanto, se consideró de vital importancia contar con una herramienta validada en nuestro país.Por lo anterior es de suma importancia no solo contar con instrumentos de alto valor predictivo, sino ademas con herramientas diseñadas y validadas en México.

2.7 Imagen de Resonancia Magnética

La IRM se ha establecido como una herramienta muy valiosa en el diagnóstico e investigación de muchas áreas en la medicina, gracias a su gran capacidad de proveer excelente caracterización y diferenciación de los tejidos blandos de múltiples áreas del cuerpo, la neurorradiología es el estudio del encéfalo (parénquima, nervios), de la médula espinal y de las raíces nerviosas, de sus envolturas (meninges, bóveda craneal, columna vertebral) y de sus espacios con contenido líquido, es decir, sangre y líquido cefalorraquídeo (LCR). La IRM es una técnica muy apropiada para el estudio de estas estructuras variadas, ya que proporciona datos sobre la localización y la naturaleza del proceso patológico gracias a la obtención de secuencias morfológicas y funcionales (Héran y Lafitte, 2009; Lebber y Rijke, 2003).

La materia está conformada por átomos, dichos átomos poseen un núcleo donde se encuentran protones y neutrones, y una corteza en la que se disponen los electrones. Los átomos con número impar de electrones poseen un excedente de cargas positivas en el núcleo (protones), las cuales se encuentran girando constantemente sobre su eje, teniendo su propio campo magnético y puede considerarse como un pequeño imán, sin embargo en cualquier tejido estos campos magnéticos se encuentran orientados al azar, cancelándose unos a otros. Al someter dicho tejido a un campo magnético externo los protones se alinean a este campo de forma paralela o antiparalela siendo muy poca la diferencia entre estos ($10.000.007 / 10.000.000$) (Morillo, 1989).

El resultado inicial al someter al paciente a un campo magnético es la obtención de una magnetización neta a partir del exceso de protones que se orientan paralelamente utilizada para obtener señales de la resonancia magnética,

sin embargo, no aporta información sobre el contraste magnético de los tejidos, por lo se que utilizan pulso cortos de ondas electromagnéticas (radiofrecuencia), con el objetivo de perturbar ese exceso de protones alineados paralelamente debiendo ser de la misma frecuencia. Esto causará dos efectos, el primero proporcionar energía para que algunos protones se dispongan en la posición antiparalela y otros en posición transversal que puede ser medida y aporta la información sobre el contraste magnético de los tejidos(Riviera et al., 2011).

Al obtener dicho vector transversal, el siguiente paso que permite obtener información sobre el contraste magnético consiste en la interrupción del pulso de radiofrecuencia, con lo que los protones vuelven a su menor nivel de energía regresando a su estado natural, liberando energía como corriente eléctrica denominada señal de resonancia magnética o eco, que es captada para cuantificar los tiempos en milisegundos en que la magnetización transversal desaparece en un 37% (T2) y la del tiempo en que la magnetización longitudinal se restablece en el 63%(T1)(Riviera et al., 2011).

La exploración se lleva a cabo utilizando los planos de corte y varias secuencias, el espesor de corte es fijado por el radiólogo de acuerdo con la estructura que se debe estudiar. Los cortes serán tanto más finos cuando más pequeña sea la región anatomica a estudiar. Así pues se usan cortes inframilimétricos (0.5-0.8 mm) para el estudio de los paquetes estato-acústico-faciales, cortes de 2.3 mm en el caso de patología hipofisiaria, y para el estudio de los nervios craneales y de los senos cavernosos, y cortes de 4-5 mm para un estudio global de todo el encéfalo(Héran y Lafitte, 2009).

Comparando con el modelo anatómico puede deducirse el tipo de señal y el aspecto de las estructuras cerebrales en función de la secuencia empleada; en la secuencia T1 tanto el tiempo de eco (10 ms) como el tiempo de repetición (500

ms) son cortos que permiten observar una imagen anatómica (sustancia gris, sustancia blanca clara, LCR de color negro y grasa blanca), mientras que en la secuencia T2 si el tiempo de eco es corto (30 ms), se obtiene una ponderación de densidad protónica observandose corteza clara, sustancia blanca, contraste sustancia blanca/ sustancia gris, LCR tono oscuro, y grasa blanca y si el tiempo de eco es largo (120 ms) y a un tiempo de repetición largo (3.000 ms) permitirá una buena diferenciación entre tejidos sanos y patológicos: corteza con el tono claro, sustancia blanca, contraste sustancia blanca/sustancia gris poco marcado, LCR blanco y grasa blanca (Héran y Lafitte, 2009).

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

Estudio cuantitativo de tipo observacional descriptivo, ya que el investigador solo puede observar y medir el fenómeno estudiado en su ambiente natural, sin intervenir en él. Ambiente creado para la valoración en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIND) “Dr. Augusto Fernández Guardiola” con la abstención de intervenir y con orientación de analizar y describir los datos, obtenidos en el pasado denominando un estudio retrospectivo(García García et al., 2011).

Este estudio no intervino en el proceso de evaluación y su obtención de datos, se dirigió exclusivamente analizar los resultados de las evaluaciones previamente obtenidas de manera sistemática por la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” el año 2008 a diciembre 2013(García García et al., 2011).

El alcance de este estudio es correlacional pues tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación causal existente entre dos o más variables en un mismo contexto, Namakforoosh(2005) menciona que se caracterizan porque primero se miden las variables, posteriormente mediante pruebas de hipótesis correlacionales y aplicación de técnicas estadísticas, se estila la correlación.

3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

3.2.1 Universo

El universo está constituido por expedientes de pacientes adscritos previo consentimiento informado (ANEXO2) al grupo protocolo que presentan factores de riesgo para daño cerebral y control que no presentan diagnóstico patológico alguno de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” desde el año 2008 a diciembre del 2013.

3.2.2 Muestra

Expedientes de pacientes con y sin factores de riesgo que presenten sus valoraciones sistemáticas y cumplan con los criterios de selección que a continuación se describen.

- a) Características generales de la población
- b) Delimitación y tamaño de la población
- c) Criterios de inclusión

3.2.3 Método de muestreo

Muestro no probabilístico, la selección es por conveniencia mediante una muestra dirigida con el fin de cumplir el propósito del estudio. Los criterios de selección de la muestra se enumeran a continuación.

3.3 SELECCIÓN DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

3.3.1 Criterios de inclusión

- Expedientes de pacientes que cuenten con valoración de PES e IRM durante las primeras 16 semanas de edad corregida y su subsecuente estudio de IRM posterior a las 52 semanas de edad.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Expedientes de pacientes que no cuenten con los estudios de PES e IRM en tiempo y forma.
- Expedientes de pacientes fuera del protocolo

3.3.3 Criterios de eliminación

- Expedientes de pacientes con datos inconclusos o erróneos que impidan el análisis de los datos

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES DE SALUD

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente de información
Estatus.	Estatus del paciente en la unidad.	<p>Pacientes con factores de riesgo para daño cerebral serán clasificados como protocolo.</p> <p>Pacientes sin factores de riesgo para daño cerebral serán clasificados como control.</p>	Variable nominal, 1= Protocolo 0= Control	Expediente.
Factores de riesgo para daño cerebral.	Eventos pre y perinatales asociados al incremento de la posibilidad de presentar un daño cerebral.	Factores que representan un incremento en el riesgo de presentar un daño cerebral.	Nominal 1 = Prematurez 2= Hiperbilirrubinemia 3= Asfixia 5= Restricción de crecimiento 6 = Hemorragia intra ventricular	Expediente.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente de información
Género.	Género del paciente.	Se mide por los caracteres sexuales secundarios	Nominal. Dicotómica: masculino/femenino	Expediente
Semanas de gestación (Sdg).	Semanas de gestación al nacimiento del paciente.	La edad del recién nacido en semanas, comprendido desde la concepción hasta el nacimiento.	Discreta,	Expediente
Fecha de nacimiento (Fn).	Fecha al nacimiento del paciente.	La fecha en la que el paciente nace.	Discreta.	Expediente.
Fecha del estudio (Fe).	Fecha en la cual se realizó el estudio.	La fecha en la que se realizó el estudio.	Discreta.	Expediente.
Edad Cronológica al estudio	Edad Cronológica que presentaba al realizar el estudio	$E = ((Fe - Fn) / 7,0)$ Se representa en semanas	Discreta.	Expediente.

VARIABLES DEPENDIENTES

Variables dependientes	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Fuente de información
Fecha de nacimiento corregida (FnCo).	Fecha al nacimiento corregida tomando a término las 38 semanas de gestación.	$FnCo = Fn + ((38 - Sdg) \times 7)$. Se registra en fecha.	Discreta.	Expediente.
Edad corregida al estudio (ECoe).	Edad corregida del paciente al realizar el estudio, tomando a término las 38 semanas de gestación.	$ECoe = ((Fe - FnCo) / 7, 0)$ Se registra en semanas	Discreta	Expediente.
Diagnóstico PES anterior a las 16 semanas de edad corregida.	Diagnóstico arrojado por la valoración de los Patrones Elementales Sensoriomotore s (Katona, 1999) anterior a las 16 semanas de	Diagnóstico arrojado por la prueba como hipertensión en miembros pélvicos, miembros torácicos, en extremidades, contralateral, ipsilateral o general, hipotonía en miembros	Nominal. 1 = con alteración. 0 = sin alteración.	Expediente.

	edad corregida.	<p>pélvicos, miembros torácicos, en extremidades, contralateral, ipsilateral o general, síndrome mixto, o tono fluctuante será representado como: con alteración.</p> <p>Diagnóstico arrojado por la prueba como normal, será representado como: sin alteración.</p>		
Diagnóstico de IRM anterior a las 16 semanas de edad corregida.	Diagnóstico arrojado por la Imagen de Resonancia Magnética (Héran & Lafitte, 2009; Lebber & Rijke, 2003) anterior a las 16 semanas de edad corregida.	<p>Diagnóstico arrojado por IRM como aumento del espacio subaracnoideo, alteración de la morfología ventricular, encefalopatía del prematuro, hipoplasia del cuerpo caloso como: Con alteración.</p> <p>Diagnóstico arrojado por IRM como normal, será representado como: sin alteración.</p>	<p>Nominal.</p> <p>1 = con alteración.</p> <p>0 = sin alteración.</p>	Expediente

Diagnóstico IRM posterior a las 52 semanas.	Diagnóstico arrojado por la Imagen de Resonancia Magnética (Héran & Lafitte, 2009; Lebber & Rijke, 2003), posterior a las 52 semanas de gestación.	Diagnóstico arrojado por IRM como aumento del espacio subaracnoideo, alteración de la morfología ventricular, encefalopatía del prematureo, hipoplasia del cuerpo caloso como: Con alteración. Diagnóstico arrojado por IRM como normal, será representado como: sin alteración.	Nominal. 1 = con alteración. 0 = sin alteración.	Expediente.
SEN	La sensibilidad de una prueba es la capacidad para detectar a los enfermos evitando la presencia de falsos negativos.	Sujetos con diagnóstico positivo confirmado y test positivo/ total de sujetos con diagnóstico positivo confirmado. Registrado en porcentaje	Continua	Expediente
ESP	La especificidad de una prueba es la capacidad para descartar al exento de la enfermedad	Sujetos con diagnóstico negativo confirmado y test negativo/ total sujetos con diagnóstico negativo confirmado.	Continua	Expediente

	investigada evitando la presencia de falsos positivos.	Registrado en porcentaje		
VPP	El valor predictivo positivo es la capacidad del test de dar un resultado positivo a los realmente enfermos, evitando así la inclusión de falsos positivos.	Sujetos con diagnóstico positivo y test positivo/ total de sujetos con test positivo. Registrado en porcentaje	Continua.	Expediente
VPN	El valor predictivo negativo es la capacidad de dar un resultado negativo a los realmente exentos de la enfermedad, evitando así la inclusión de falsos negativos. Es la estimación de probabilidad de ausencia de	Sujetos con diagnóstico negativo y test negativo/ total de sujetos con el test negativo. Registrado en porcentaje	Continua	Expediente

	la enfermedad cuando el test es negativo.			
RV+	La razón de verosimilitud positiva compara la proporción de verdaderos positivos entre el total de enfermos, con la de los falsos positivos.	$RV+ = SEN/1-ESP$ $RV+ \rightarrow \infty =$ mejor capacidad de la prueba. $RV+ \rightarrow 0 =$ Peor capacidad de la prueba.	Continua.	Expediente
RV-	La razón de verosimilitud negativa compara la proporción de falsos negativos en relación con la de la especificidad de la prueba.	$RV- = (1 - SEN)/ESP$ $RV- \rightarrow 0 =$ Mejor capacidad de la prueba. $RV- \rightarrow \infty =$ Peor capacidad de la prueba.	Continua	Expediente
Ke	Índice de concordancia KAPPA entre diagnósticos de dos	Ke= (acuerdo observado entre los observadores)- probabilidad hipotética de acuerdo al azar/ (1- propabilidad hipotética	Continua	Expediente

	observadores.	de acuerdo al azar). $K_e \rightarrow 1 =$ Total concordancia (acuerdo total). $K_e \rightarrow 0 =$ Sin concordancia, (desacuerdo total).		
Ka	Índice de concordancia KAPPA entre diagnósticos del mismo observador.	$K_a =$ (acuerdo observado entre el mismo observador)-probabilidad hipotética de acuerdo al azar/ (1-propabilidad hipotética de acuerdo al azar). $K_a \rightarrow 1 =$ Total concordancia (acuerdo total) $K_a \rightarrow 0 =$ Sin concordancia, (desacuerdo total).	Continua	Expediente

Figura 13. Tabla que representa la operacionalización de las variables(Villarreal Rios, 2013).

3.5 MATERIAL Y MÉTODOS

3.5.1 Instrumentos

- Evaluación a través de los PES
- IRM

3.5.2 Procedimiento:

- Procedimiento de corrección de la edad

La edad se corrige para evaluar la madurez del bebé, se calcula comenzando con la edad cronológica y restando el número de prematuridad de esa edad. A todo paciente se les realizaron las pruebas con una edad corregida menor a 16 semanas, el ajuste de la edad se realizó a 38 semanas, quedando ésta como edad a término. Mediante el programa Excel 2010 (Microsoft®) se realizaron los siguientes pasos.

1. Para la obtención de la fecha de nacimiento corregida.

$$FnCo = [Fn + (38 - Sdg) \times 7]$$

2. Para la obtención de la edad corregida al estudio.

$$ECoe = [(Fe - FnCo) / 7.0]$$

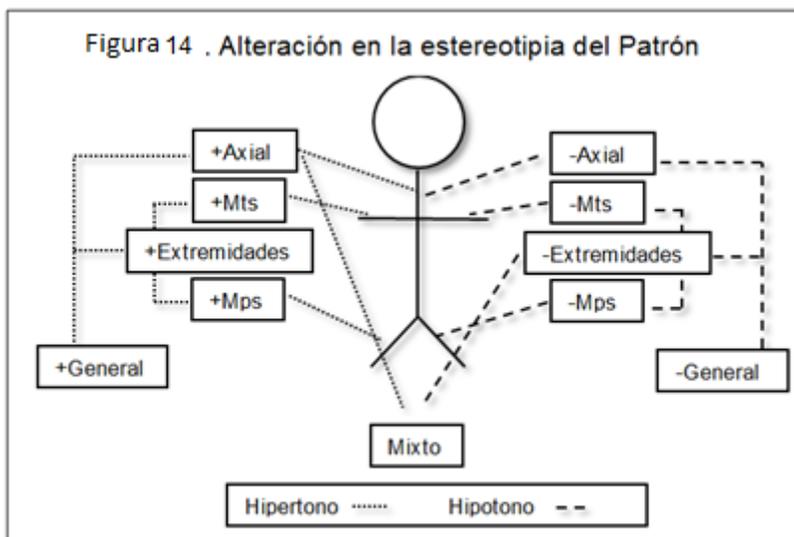
En donde la ECoe resulta un valor numérico que representa semanas y debe ser menor a 16 para integrar los criterios de inclusión del estudio.

- Procedimiento de evaluación a través de los PES

Dicha evaluación fue realizada por personal experto en la evaluación de Neurorehabilitación con la metodología Katona capacitado en la exploración de los PES y por el médico rehabilitador, en la UIND “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, registrando en el Formato de evaluación (Anexo 3) La evaluación de los PES se

realizó durante cinco días diferentes en un lapso de dos semanas, para evitar falsos positivos o verdaderos negativos en la prueba, atribuyendo una posible alteración en la reproducción de los PES a la falta de estímulo y no propiamente a alguna alteración neurológica. Estas evaluaciones se realizaron en un ambiente donde se controlaron ciertas variables como la temperatura, el ruido y la iluminación; la exploración tuvo una duración máxima de 15 minutos, además de que se realizó después de una hora de descanso.

El evaluador realizó las maniobras (Anexo4) en tres ocasiones, respetando su posición inicial y colocando los apoyos precisos, esperando la respuesta adecuada y específica del paciente. En caso de encontrar alguna alteración en la estereotipia del patrón, se especificó el tipo de alteración en el tono muscular: hipertono, hipotono, tono mixto y/o asimetría, describiendo además su topografía (Figura 14). Para determinar la anormalidad en la ejecución de los PES, la alteración debió mostrarse de manera continua en el mismo patrón y manifestarse por lo menos en alguno otro más.



- Procedimiento de la IRM

Las IRM se adquirieron con el resonador General Electric 3.0 Tesla modelo Discovery MR750 de la Unidad de Resonancia Magnética del Instituto de Neurobiología de la UNAM, Campus Juriquilla. La adquisición de estas imágenes se realizaron durante las primeras horas de la mañana aprovechando el sueño fisiológico, por lo que se pidió a los tutores desvelo en los lactantes (5 horas previo al estudio), favoreciendo sueño extremo y poder realizar todas las secuencias; lo que permitió evitar la utilización de la sedación.

Las secuencias para el estudio, evaluadas por médico especialista en neuro radiología fueron: T1 (sagital, axial y coronal), volumétrica (3D) en T1, T2 (axial, coronal y Flair) y angioresonancia. Se calcularon además los valores de intensidad de la sustancia blanca en tres diferentes regiones (frontal, medial y occipital) y de líquido céfalo raquídeo (LCR). Estas imágenes se transfirieron en formato digital, la estación de trabajo software Advantage Windows Workstation 4.4 de General Electric para su análisis. La interpretación de todas estas imágenes, además de los valores de intensidad de sustancia blanca, así como de LCR, fueron de vital importancia para determinar la evidencia de patología y anormalidades estructurales(Counsell et al., 2006; Counsell et al., 2010).

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de las pruebas fueron capturadas en el programa Excel 2010 (Microsoft®), siendo analizados en el programa IBM SPSS Statistics 20. Se utilizó formulas antes descritas para la obtención de la ECoe, estadística de tendencia central para describir la muestra y el cálculo de la Sensibilidad (Barrera Reséndiz, 2011), Especificidad (Ahlbom et al., 2007; Álvarez Cáceres, 2007b; Héran & Lafitte, 2009; Prieto Valiente & Herranz Tejedor, 2010; Purves & al, 2004; Rial Boubeta & Varela Mallou, 2008), Valor Predictivo Positivo (VPP), Valor Predictivo Negativo (VPN), Razón de Verosimilitud Positiva (RV+), Razón de Verosimilitud Negativa (RV-) y el índice de Kappa interobservador (Ke), intraobservador (Ka), cuyas formulas se describen de la siguiente manera:

La SEN de una prueba diagnóstica es la probabilidad que tiene un paciente con patología dar resultado positivo en dicha prueba, resultó del cociente del total de los verdaderos positivos sobre la suma entre el total de verdaderos positivos y los falsos negativos; la ESP de una prueba diagnóstica es la probabilidad que tiene una paciente sin patología, resultó del cociente del total de los verdaderos negativos sobre la suma de los verdaderos negativos más los falsos positivos(Álvarez Cáceres, 2007b; Prieto Valiente y Herranz Tejedor, 2010; Rial Boubeta y Varela Mallou, 2008).

El VPPde una prueba diagnóstica es la probabilidad que tiene una persona con la prueba positiva de tener la patología, se obtuvo de la división entre los verdaderos positivos y la suma de los verdaderos positivos más los falsos positivos; por su parte los VPN de una prueba diagnóstica es la probabilidad que tiene una persona que ha resultados negativa en la prueba de no tener la patología, resultado de dividir los verdaderos negativos entre la suma de los falsos

negativos más los verdaderos negativosb(Álvarez Cáceres, 2007b; Prieto Valiente y Herranz Tejedor, 2010; Rial Boubeta y Varela Mallou, 2008).

Por último la RV+ compara la proporción de verdaderos positivos entre el total de enfermos, con la de falsos positivos, obtuvo de la división de SEN sobre la resta de uno menos la ESP; y la RV- que compara la proporción de falsos negativos en relación con la especificidad de la prueba, se obtuvo de la división de uno menos SEN entre la ESP(Álvarez Cáceres, 2007b; Prieto Valiente y Herranz Tejedor, 2010; Rial Boubeta y Varela Mallou, 2008).

El índice de Kappa se obtuvo de la división de la suma de concordancias observadas menos la suma de concordancias atribuibles al azar entre El total de las observaciones menos la suma de concordancias atribuibles al azar(Cerda y Villarroel, 2008; Szklo y Nieto, 2003), para la concordancia KI (Concordancia entre evaluadores) y KE (Concordancia en el tiempo, entre el mismo evaluador).

3.7 Ética del estudio

El presente estudio de investigación se apega a lo establecido en la LEY GENERAL DE SALUD en materia de investigación en seres humanos (no. 17). De acuerdo a la LEY GENERAL DE SALUD se clasifica como un estudio sin riesgo. El estudio respetara los 4 principios de beneficencia, autonomía, no maleficencia y justicia.

Según el Artículo 14 de la LEY GENERAL DE SALUD, dicho estudio se justifica este en los principios científicos y éticos; las valoraciones clínicas y estudio de neuroimagen que benefician a los pacientes que participan el él, todos los procedimientos realizados en la UIND son evaluados y analizados por el comité de bioética. Dicho estudio pretende proporcionar evidencia científica sobre la evaluación a edades tempranas en las áreas de Fisioterapia, Neonatología, Perinatología, Neurología, Pediatría en pacientes expuestos a factores de riesgo para daño cerebral. Dado el mismo artículo el estudio cuenta con el consentimiento informado y por escrito del representante legal

Según la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, el artículo 17 apartado II este estudio implica un riesgo mínimo para los participantes por la realización de procedimientos con exámenes físicos o psicológicos. Se especifica se la investigación debe proteger la vida, la salud, la intimidad y la dignidad del ser humano.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Durante el periodo comprendido de Enero 2008 a Diciembre 2013 ingresaron 377 pacientes a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, de los cuales 316 cursaron con factores de riesgo, los cuales se seleccionaron de la siguiente manera: 228 del grupo protocolo, 80 del grupo Bobath y 8 del grupo de masaje (los últimos dos grupos no fueron evaluados por los PES) y 61 pacientes sin factores de riesgo para daño cerebral (control). Los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fueron 65 con factores de riesgo para daño cerebral y 10 sin factores, estableciéndose una N= 75 (Figura 15).

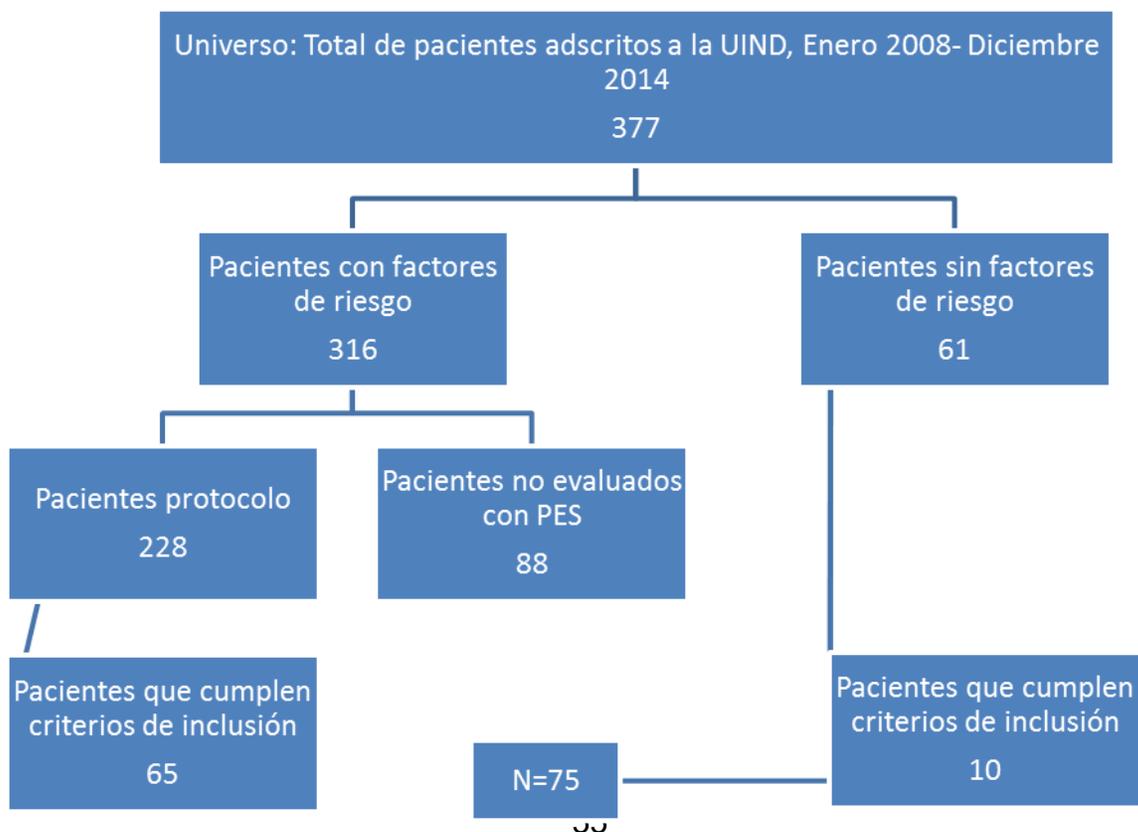


Figura15. Algoritmo de selección de la muestra.

4.1.1 Hallazgos de las pruebas PES e IRM

La valoración de los PES se llevó a cabo en promedio a las 6.56 SEC [-3 – 14] DE=3.55 y los primeros estudios de IRM se adquirieron a las 8.13 SEC [-3 – 16] DE=4.46 (Figura 16) sin existir diferencias estadísticamente significativas ($t=0.704$ $p=0.484$ IC=-1.563 – 3.270). La edad de adquisición de la resonancia posterior al año de edad corregida fue en promedio 67.25 SEC DE=18.26 [52-164].

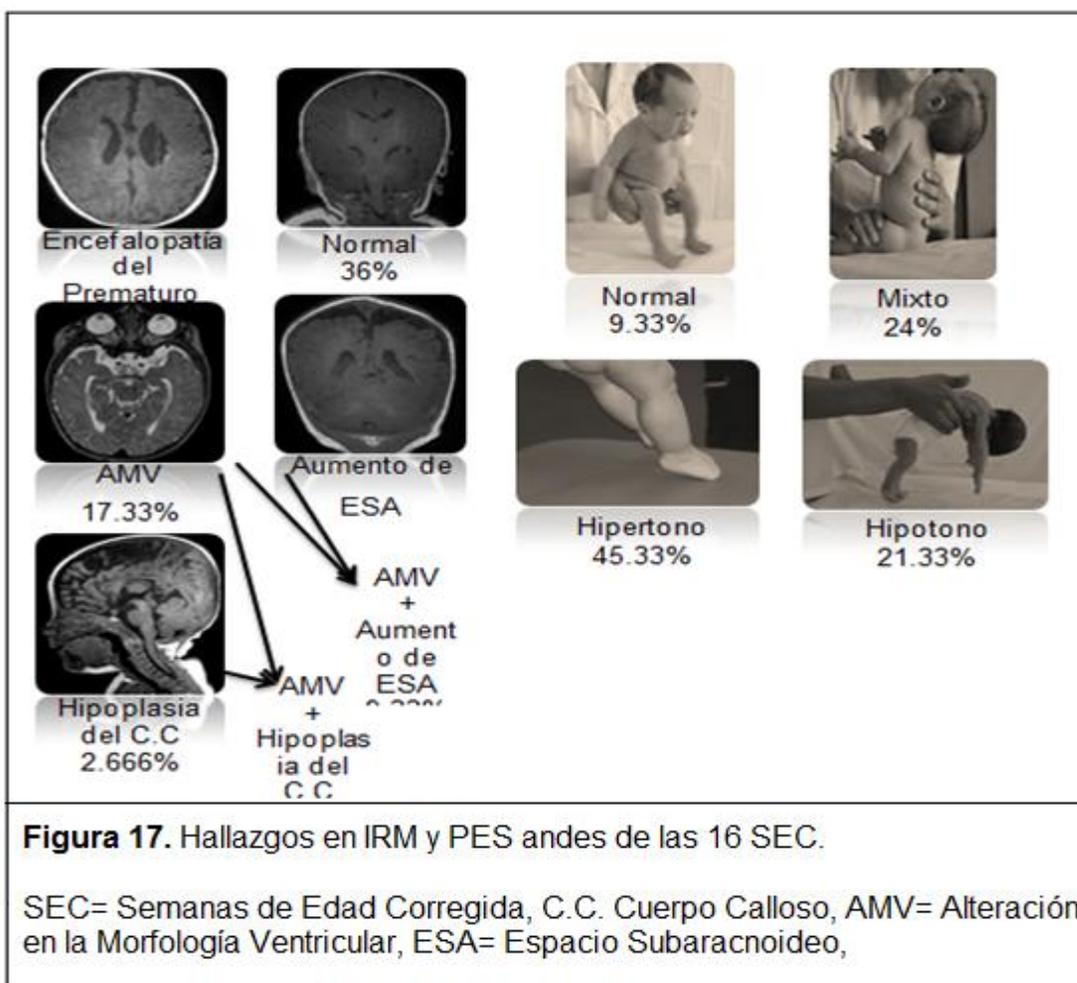
	PES	IRM	Estándar de oro
N=	75	75	75
	Edad corregida de evaluación (en semanas)		
Media	6.56	8.13	67.25
Mediana	6	9	62
Moda	4	10	52
Desviación estándar	3.557	4.461	18.267
Coefficiente de variación	0.411	0.515	2.109
Rango	17	19	112
X Max.	14	16	164
X Min.	-3	-3	52

Figura 16. Tabla que representa los grupos de estudio y el estándar de oro.

N= total, PES= Patrones Elementales Sensoriomotores, IRM= Imagen por Resonancia Magnética, Xmax.= Valor máximo, Xmin.= Valor mínimo.

Los hallazgos en IRM antes de las 16 SEC muestran normalidad en el 36% de los casos, mientras que la encefalopatía del prematuro, la alteración en la

morfología ventricular, el aumento del espacio subaracnoideo, la hipoplasia del cuerpo calloso se muestran en el 13.33%, 17.33%, 16%, 2.66% respectivamente, mientras que se muestran en conjunto alteración en la morfología ventricular con aumento de espacio subaracnoideo (9.33%) y alteración en la morfología ventricular con hipoplasia del cuerpo calloso (5.33%) (Figura 17). Por otra parte los hallazgos en los PES antes de las 16 SEC conforman el 9.33% de normalidad, 24%, 45.33% y 21.33% en tono mixto, hipertono e hipotono respectivamente (Figura17).



4.1.2 Validez de las pruebas

Los resultados arrojados por las pruebas se clasificaron de manera dicotómica para un análisis y comparación (sin alteración/ con alteración) para la evaluación de PES el 9.33% fueron normales, mientras que el 96.66% presentan alguna alteración, por su parte el estudio de la IRM el 18.66% presentan normalidad y el 81.33% con alteración, colocándose dichos resultados en tablas de contingencia, siendo el estándar de oro la resonancia adquirida posterior a las 52 SEC (Figura18 y 19).

PES (16 SEC)	Diagnóstico de IRM 52 SEC (Estándar de oro)		Total
	Sin alteración	Con alteración	
Sin alteración	VP= 57	FN= 4	61
Con alteración	FP= 12	VN= 2	14
Total	69	8	75

Figura 18. Representa tablas de contingencia, valor diagnóstico de los PES.

VP= Verdadero Positivo, VN= Verdadero Negativo, FP= Falso Positivo, FN= Falso Negativo

La tabla de contingencia de los PES (Figura 18.) muestra que en el 76% los PES coincidieron, al igual que el estándar de oro en valorar alguna alteración, es decir el total de VP, el 2.6% coincidieron en normalidad y en el 21.3% del total de las valoraciones los PES no coincidieron en diagnóstico con el estándar de oro, que se define como error de la prueba.

Por su parte la tabla de contingencia de la IRM tomada antes de las 16 SEC (Figura 19.) muestra que el 58% la IRM coincidió en el diagnóstico de normalidad con su estándar de oro, 12% en anormalidad y en el 29.3% del total de las valoraciones la prueba falló al no coincidir en diagnóstico.

IRM (16 SEC)	Diagnóstico de IRM 52 SEC (Estándar de oro)		Total
	Sin alteración	Con alteración	
Sin alteración	VP= 44	FN= 17	61
Con alteración	FP= 5	VN= 9	14
Total	49	16	75

Figura 19. Representa tabla de contingencia , valor diagnóstico de IRM

VP= Verdadero Positivo, VN= Verdadero Negativo, FP= Falso Positivo, FN= Falso Negativo

Al realizar las fórmulas (Figura 13) obteniendo los datos de las tablas de contingencia (Figura 18 y 19) para cada uno de los grupos se obtiene los resultados de Sensibilidad, Especificidad, Valor Predictivo Positivo, Valor Predictivo Negativo, Razón de Verosimilitudes Negativa y Positiva (Figura 20,21, 22 y 23).

$$\text{SEN} = \frac{\text{VP (Katona, 1988)}}{\text{VP (Katona, 1988) + FN(4)}} = 0.9344$$

$$\text{ESP} = \frac{\text{VN(2)}}{\text{VN(2) + FP(12)}} = 0.1428$$

$$\text{VPP} = \frac{\text{VP(Katona, 1988)}}{\text{VP(Katona, 1988) + FP (12)}} = 0.8260$$

$$\text{VPN} = \frac{\text{VN (2)}}{\text{VN (2) + FN(4)}} = 0.333$$

$$\text{RV+} = \frac{\text{SEN (0.9344)}}{1} = 1.090$$

$$RV- = \frac{1-ESP (0.1428)}{ESP (0.1428)} = 0.4590$$

Figura 20. Tabla que representa los resultados para los PES.

VP= Verdadero Positivo, VN= Verdadero Negativo, FP= Falso Positivo, FN= Falso Negativo.

$$SEN = \frac{VP (44)}{VP (44) + FN(17)} = 0.7213$$

$$ESP = \frac{VN(9)}{VN(9) + FP(5)} = 0.6428$$

$$VPP = \frac{VP(44)}{VP(44) + FP (5)} = 0.8979$$

$$VPN = \frac{VN (9)}{VN (9) + FN(17)} = 0.3461$$

$$RV+ = \frac{SEN (0.9344)}{1-ESP (0.1428)} = 2.0196$$

$$RV- = \frac{1-SEN (0.9344)}{ESP (0.1428)} = 0.4335$$

Figura 21. Tabla que representa los resultados para IRM.

VP= Verdadero Positivo, VN= Verdadero Negativo, FP= Falso Positivo, FN= Falso Negativo

Este estudio evaluó el índice de concordancia K_e y K_a y con ello evitar resultados provenientes del azar. Los PES mostraron un índice de concordancia $K_e = 0.749$ y $K_a = 0.685$.

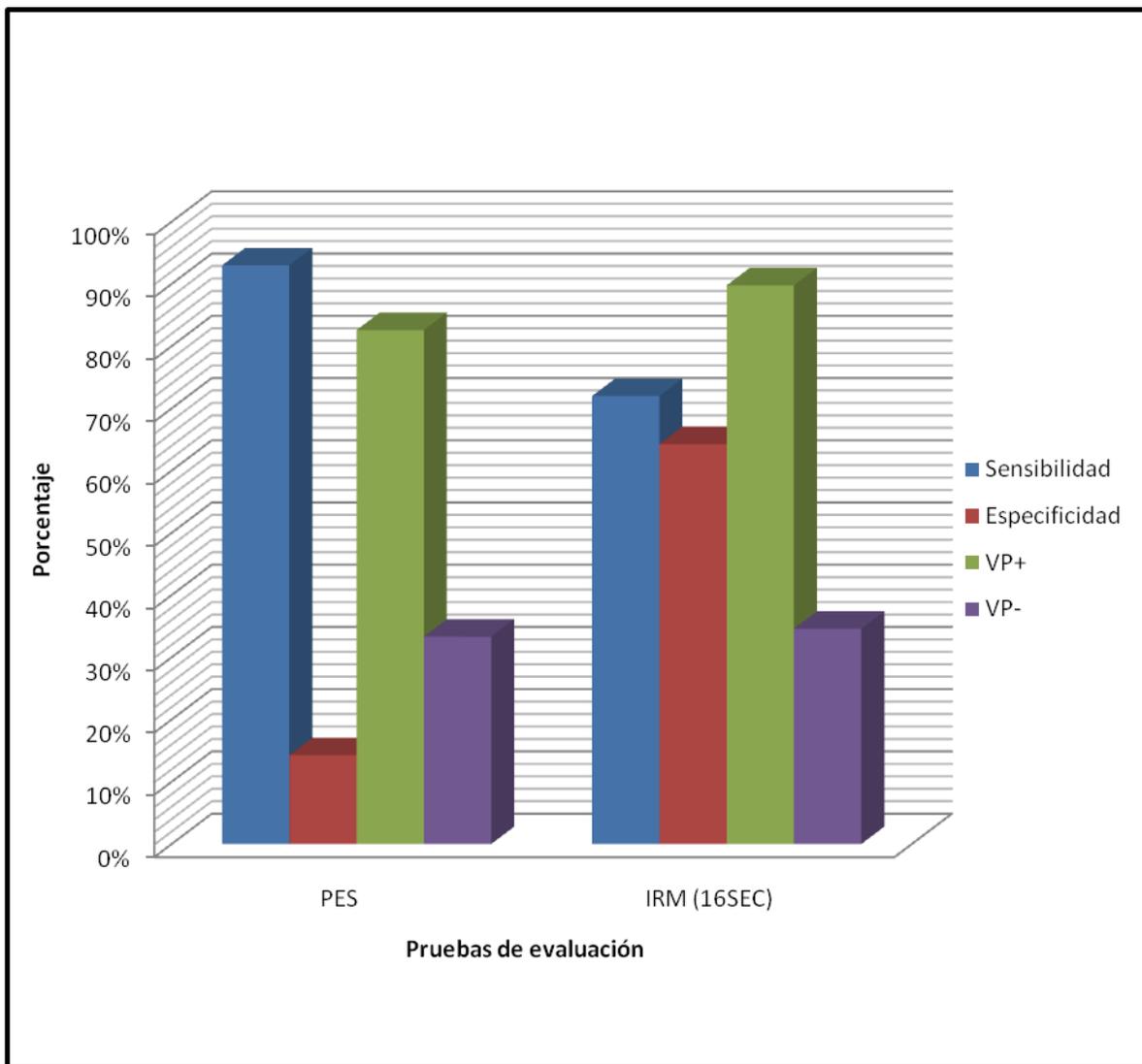


Figura 22. Gráfica que representa los resultados de las pruebas de evaluación por grupos de estudio.

Vp+ = Valor predictivo positivo, VP- = Valor predictivo negativo

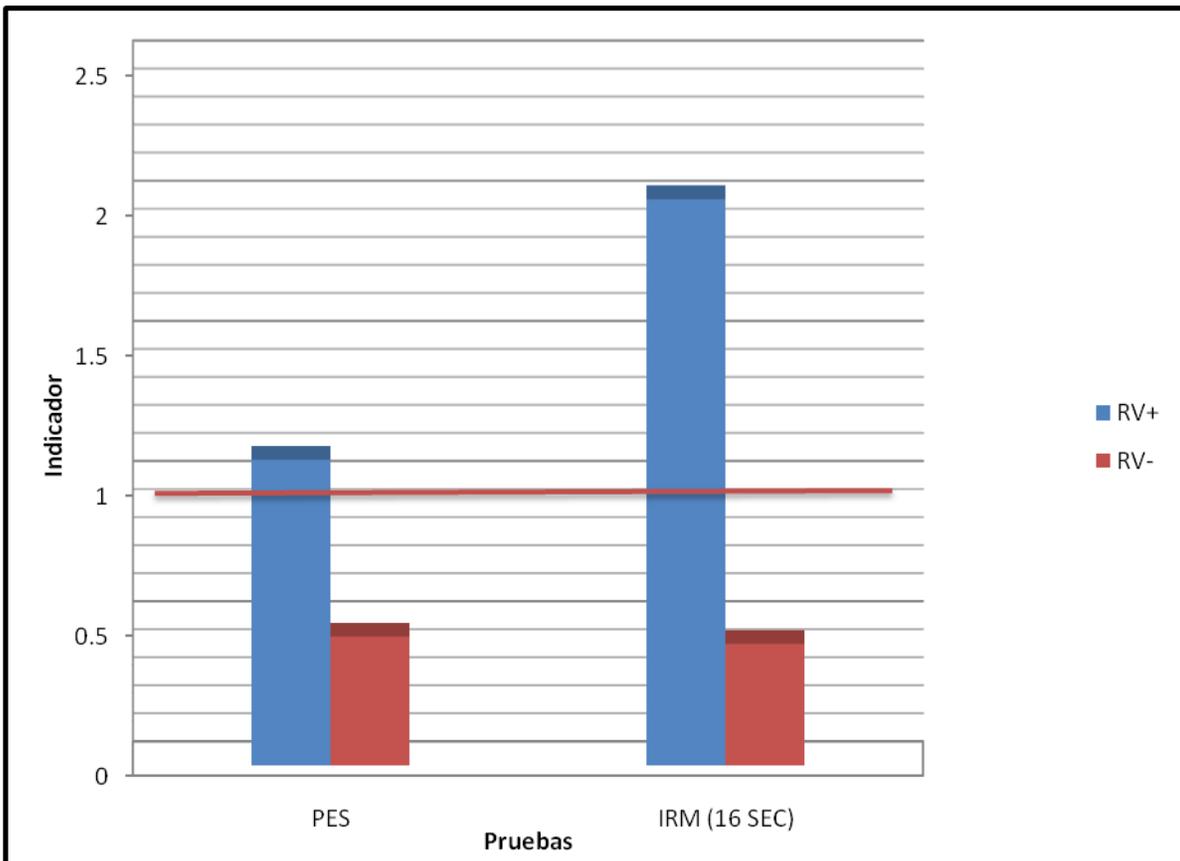


Figura 23. Gráfica que muestra los valores de la Razón de verosimilitud positiva y negativa de ambas pruebas, con respecto a la unidad.

RV+= Razón de verosimilitudes positiva, RV-= Razón de verosimilitudes negativa

Dado que una de las dificultades del estudio es contar con una población control limitada y que la SEN, ESP, VPP y VPN dependen de la prevalencia, el estudio contó con la evaluación de la razón de probabilidades, pues ésta cuenta con la propiedad de no verse afectada por la prevalencia de la enfermedad en el estudio, constituye también como una herramienta para reducir la lista de hipótesis diagnósticas y usada para valorar que tan buena es la prueba. Cuanto más se aleja la RV+ del uno hacia el infinito y cuanto más se aleja la RV- del uno hacia el cero, la prueba tiene propiedad diagnóstica (Suárez et al., 2007). Se puede observar (Figura 23.) que tanto los PES como la IRM cumplen con dicha condición.

4.2 DISCUSIÓN

4.2.1 Muestra

De un total de 377 pacientes adscritos a la UIND 228 pertenecían al grupo protocolo, es decir eran evaluados por los PES de manera sistemática, los cuales cursaron con factores de riesgo para daño cerebral, 88 se tuvieron que excluir al pertenecer al grupo tratado con terapia Bobath y con masaje, pues fueron evaluados con la otra metodología distinta a los PES (Bobath y Escala Motriz del Infante Alberta), además se contarse con un grupo control, pacientes que no cursaron con factores de riesgo para daño cerebral, los cuales se les realizaron todos los estudios, incluyendo IRM y PES, pero que no llevaron terapia. De éste grupo control y protocolo, cumplieron los criterios de inclusión 10 y 65 respectivamente.

Dado que la Sensibilidad y la Especificidad dependen de la frecuencia, la limitante del estudio es no contar con una cantidad de grupo control suficiente, aunque la muestra es considerable, una muestra aun mayor pretendería datos aún más concluyentes.

4.2.2 Valor diagnóstico de las pruebas

Se trató de limitar todas las variables propias al ambiente, temperatura, ruido, iluminación, la hora de evaluación, el tiempo de evaluación, el número de repeticiones, que son posibles factores de discrepancia del diagnóstico clínico, se corrigió la edad a 38 SEC, además que dichas evaluaciones se realizaron “a ciegas” y no se encontró diferencia significativa entre las edades de evaluación (durante las primeras 16 SEC) entre las dos pruebas.

Los diagnósticos de anormalidad de ambas pruebas son 90.66% y 81.33% para PES e IRM, mientras que la normalidad la muestran en el 9.33 % y 18.66 %,

siendo para PES la hipertonia el síndrome más común (45.33%) y para IRM la alteración en la morfología ventricular (61.33%) (Figura 17). Sin embargo se muestra variabilidad en cuanto a la distribución de la muestra por los diversos hallazgos de ambas pruebas.

Debido a que el repertorio de la expresión motora voluntaria del lactante en un inicio es escaso y se incrementa durante el neurodesarrollo, evaluarlo en las primeras semanas postnatales resulta una tarea complicada, y por lo mismo puede ser imprecisa, ya que durante este periodo, la actividad resulta ser primordialmente refleja, sin embargo a pesar de la inmadurez cerebral, en esta etapa también se manifiestan patrones de movimiento, altamente complejos y organizados a estímulos específicos que exponen los signos de la integridad cerebral (Katona, 1988, 1999).

Los PES, presentes desde el periodo gestacional (semana veintiocho) y hasta los primeros tres meses de edad corregida, tienen una visión prospectiva del neurodesarrollo, debido a sus características evolutivas, son los precursores de los movimientos propios del ser humano que en un futuro significarán su independencia motora, lo que permite su uso en esta etapa como herramienta de identificación de alteraciones, favoreciendo con esto un abordaje diagnóstico y tratamiento temprano (Ferenk Katona, 1989).

La evaluación con los PES, por su alta sensibilidad (93.44%) es una evaluación recomendable para pacientes con factores de riesgo para daño cerebral durante las primeras 16 semanas de edad corregida, resultando una prueba accesible y altamente sensible para diagnosticar alteraciones neuromotoras de manera temprana, de esta manera puede procurarse un abordaje terapéutico precoz en el periodo de máxima plasticidad cerebral. Muestra además un alto VP+ (82.6%), con bajo VP- (33.33%) y su RV tanto positiva como negativa adecuada para sustentar su valor diagnóstico.

La capacitación para la evaluación de los lactantes con los PES es en cierta manera accesible para el personal que está en contacto frecuente con este tipo de pacientes. Se requiere entrenamiento sobre la biomecánica de los PES y la fisiología del control del movimiento para dicha realización.

La IRM adquirida antes de las 16 semanas de edad corregida muestra una Sensibilidad un poco menor (72.18 %), sin embargo una mejor Especificidad (64.28%) en comparación con los PES, un VP+ = (89.79) alto y VP- = (34.61%) bajo y su RV tanto positiva como negativa adecuadas para su sustento diagnóstico (Figura 23).

La IRM es un instrumento efectivo para el diagnóstico del daño cerebral perinatal, sobre todo cuando el equipo tiene capacidad para evaluar otras características como el coeficiente aparente de difusión y la anisotropía fraccionada(Concha, 2014; Counsell et al., 2006; Rutherford et al., 2010), además de los hallazgos estructurales que observa el especialista en neuro radiología en las secuencias características del estudio. El mayor inconveniente de este método diagnóstico es el gasto oneroso que representa la adquisición del equipo, el personal capacitado que se precisa, así como la realización del estudio mismo. Es una tarea ardua para que los sistemas de salud cuenten con la posibilidad de adquirir el equipo y por otra parte esencialmente complicado para los pacientes costear el estudio de manera privada.

Los pacientes con factores de riesgo para daño cerebral son estadísticamente propensos al desarrollo de patologías graves, sin embargo altamente tratables en edades tempranas, cuando el periodo de plasticidad cerebral está en su máxima expresión, por lo tanto se precisan métodos de

evaluación sensibles a la detección del daño cerebral perinatal, más que métodos específicos..

El índice de concordancia Kappa entre el médico rehabilitador y los expertos en Neurohabilitación en las salas de terapia (Ke) se realizaron a “ciegas” y el índice de concordancia entre el mismo evaluador (ka) se realizó con uno o dos días de diferencia. Mostrando Ke= 0.749 y Ka= 0.685, siendo resultados de concordancia sustanciales (Tabla VI).

Valor Kappa	Fuerza de la concordancia o grado de acuerdo.
<0.00	Pobre
0 a 0.20	Leve
0.21 a 0.40	Mediana
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Sustancial o buena
0.81 a 1.00	Casi perfecta o muy buena

Figura 24. Tabla que representa la medición de la consistencia: Criterios de Landis y Koch(Cohen, 1960).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una prueba de tamizaje debe ser fácil y rápida de aplicar, económicamente viable, confiable y válida, (Romo, 2012), por tal motivo se busca un proceso de validación de los PES y para ello debe contar con una sensibilidad y especificidad mayor al 70%. Las pruebas muestran un alto grado de Sensibilidad, Valor predictivo positivo, sus razones de verosimilitudes adecuadas, además de una Kappa inter e intra observador consistentes con el estándar de oro, que las hace instrumentos de valoración utilpara detectar alteraciones neuromotoras antes de las 16 semanas de edad corregida, sobre todo en población con factores de riesgo para daño cerebral.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las edades de evaluación delas pruebas y dados los datos anteriores se concluye que los PES e IRM **son herramientas con validez estadística para detectar alteraciones neuromotoras durante las primeras 16 semanas de edad corregida**, resultando una prueba accesible y altamente sensible para diagnosticar alteraciones neuromotoras de manera temprana, de esta manera puede procurarse un abordaje terapéutico precoz en el periodo de máxima plasticidad cerebral

Sin embargo la especificidad en ambas es baja junto al Valor predictivo negativo las hace pobre al momento de tratar de evaluar la normalidad o población sana y esto es muy atribuible a la frecuencia de sanos/enfermos en la muestra, al tener pocos pacientes sin factores de riesgo en comparación con los que si cursaban con dichos factores, se pretende que al aumentar la muestra los datos determinen mejores resultados.

La mayor limitante del estudio fue contar con un grupo control pobre, por lo tanto, es necesario un grupo control aun mayor para tener datos con mayor poder estadístico para definir una norma. Una prueba de alta sensibilidad a esta edad donde el contexto clínico permea de patologías altamente tratables, dónde es necesario un diagnóstico lo más pronto posible para su tratamiento, son preferibles por sobre las específicas.

Aunque muestran validez estadística aceptable y concordancia sustancial es erróneo ver una valoración en el neurodesarrollo de manera trasversal, por el contrario es necesario realizar evaluaciones de manera lineal, dado a los grandes cambios que tiene dicha población al requerirse de evaluaciones sistemáticas y continuas que nos acerquen a un diagnóstico más preciso.

Es importante señalar que los PES muestran cierto grado de error, por lo que se propone que se utilicen como herramienta diagnóstica complementaria de las exploraciones pediátricas y neuropediátrica convencionales en los sectores de salubridad, en la evaluación continua del personal de la salud encargado de ésta tarea.

En la práctica del fisioterapeuta se recomienda el uso de los PES como herramienta de valoración pues además de su validez, nos da un acercamiento a la actividad motora precursora de la conducta adulta, obteniendo una valoración funcional a esta edad y pudiendo de esta manera proponer un programa de intervención precoz dentro de un abordaje de Neurohabilitación. La capacitación de la evaluación clínica del neonato y el lactante es en cierta manera accesible para el personal que se está en contacto frecuente con este tipo de pacientes e inclusive desde alumnos en formación. Se requiere además de las bases teóricas, entrenamiento sobre la biomecánica de los PES y la fisiología del control de movimiento para dicha realización.

Estudios como éste pretenden dar información estadística sobre la validez de pruebas que se realizan de manera cotidiana en la neurohabilitación y abrir nuevos campos de acción para que, con bases científicas más fisioterapeutas puedan tener herramientas necesarias para el abordaje de dicha población y esto dado a que el repertorio de la expresión motora voluntaria del lactante es en un inicio escaso, evaluarlo en las primeras semanas postnatales resulta una tarea complicada, pudiendo obtener evaluaciones imprecisas. Resultando al tener información estadística sobre la validez de la prueba la eliminación de cierto margen de error y fundamento científico para su uso.

El entrenamiento para el uso de los PES como herramienta de evaluación y tratamiento es en cierta manera compleja y se requiere cierta especialización por parte del fisioterapeuta, se hace valer de la experiencia del evaluador y el ojo clínico que resulta más acertado con la práctica, se recomienda que para el uso de los PES se tenga una capacitación especial en la Neurohabilitación para evitar FP y VN atribuibles a la capacidad del evaluador.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Afifi, Adel K. y Bergam, Ronald A. (2006). *Neuroanatomía Funcional Texto y Atlas*. (M. G. Hill Ed.). México.
- Ahlbom, Anders, Alfredsson, Lars, Alfvén, Tobias, y Bennet, Anna. (2007). Fundamentos de epidemiología *Fundamentos de epidemiología* (pp. 30-36). Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Albuquerque, R.C., Gagliardo, H.G.R.G, Lima, A.C.V.M.S., Guerra, M.Q.F. , Rabelo, A.R.M. y Cabral-Filho, J.E. (2009). Comportamiento visuomotor de lactantes pretérmino en el primer mes de vida. Comparación entre las edades cronológica y corregida. *Rev Neurol*, 1(48), 13-16.
- Alvarado-Ruiz, Gerardo, Martínez-Vázquez, Ivone, Sánchez, Carmen, Solís-Chan, Marisa y Mandujano Valdés, Mario. (2012). Los movimientos elementales complejos del humano. Desarrollo postnatal. Reporte preliminar de nueve lactantes mexicanos. *Salud mental*, 35,99-107.
- Álvarez Cáceres, Rafael. (2007a). *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Álvarez Cáceres, Rafael. (2007b). *Estadística Aplicada a las Ciencias de la Salud*. España: Días de Santos.
- Argúelles Póo, P-, Campistol-Plana, J y Iriundo-Sanz, M. (2000). Recién nacido de riesgo neurológico en el año 2000. Recomendaciones para el seguimiento, incorporación de nuevos instrumentos. *Rev Neurol*, 31, 642-652.
- Barrera Reséndiz, Jesús E. (2011). Terapia Neurohabilitatoria *Terapia Neurohabilitatoria* (pp. 11-62). México.
- Bayley, Nancy. (2000). *Bayley Scales of Infant Development*. New York: The Psychological Corporation.

- Caserío, Concha., & Pallás, Alonso. (2009). Seguimiento del prematuro/gran prematuro en Atención Primaria. *Rev Pediatr Aten Primaria.*, 6(17), 433-450.
- Castaño, J. (2002). Plasticidad neuronal y bases científicas de la neurohabilitación. *Rev Neurol*, 34, 130-135.
- Castellanos Navarro, Krista Esther, Ruiz Chávez , Jaime, & Flores Nava, Gerardo. (2012). Morbilidad neonatal en niños con factores de riesgo de daño neurológico. *Rev Mex Pediatr*, 77, 189-193, consultado en <http://www.medigraphic.com/rmp>.
- Castro, J. (2002). Plasticidad Neuronal y bases científicas de la neurohabilitación *Revista en Neurología*, 130-135.
- Cerda, Jaime, & Villarroel del P., Luis. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*, 79(1), 54-58.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*, 37-46.
- Concha, Luis. (2014). A macroscopic view of microstructure: Using diffusion-weighted images to infer damage, repair, and plasticity of white matter. *Neuroscience*(276), 14-28.
- Counsell, Serena J, Shen, Yuji, Boardman, James P, Larkman, David J, Kapellou, Olga, Ward, Philip, . . . Rutherford, Mary A. (2006). Axial and Radial Diffusivity in Preterm Infants Who Have Diffuse White Matter Changes on Magnetic Resonance Imaging at Term-Equivalent Age. *Pediatrics*(117), 376-386.
- Counsell, Serena J, Tranter, Sara L, & Rutherford, Mary A. (2010). Magnetic Resonance Imaging of Brain Injury in the High-Risk Term Infant. *Seminars in Perinatology*, 67-78.

- Chávez-Torres, Raquel, Sánchez Pérez, Carmen, Pérez Tejada, Haroldo Elorza, Flores Huerta, Samuel, Klunder Klunder, Miguel, Ruiz Chávez, Jaime, . . . Maldonado Jiménez, Georgina. (2012). Secuelas de encefalopatía perinatal identificadas con una escala de desarrollo neuroconductual. *Rev Med*, 50(2), 147-155.
- Dombovy, ML, & Back, Rita P. (1988). Physiological basis for functional recovery in neurologic diseases *Physiological basis for functional recovery in neurologic diseases*. New York: Raven Press.
- García García, José Antonio, Jiménez Ponce, Fiacro, Arnaud Viñas, María del Rosario, Ramírez Tapia, Ylián, & Lino Pérez, Leticia. (2011). *Introducción a la Metodología de la Investigación en Ciencias de la Salud*. México: Mc Graw Hill.
- García Navarro, ME, Tacoronte, M., & Sarduy, I. (2002). Influencia de la estimulación temprana en la parálisis cerebral. *Rev Neurol*, 139-143.
- Gilman, Sid, & Winans Newman, Sarah. (2003). *Neuroanatomía y neurofisiología Clínicas de Manter y Catz*. México: Editorial El Manual Moderno.
- Gomella, Trivia Lacy, Cunningham, Douglas M, & Fabien, G. (2009). *NEONATOLOGÍA, manejo básico, procedimientos, problemas en la guardia, enfermedades, fármacos*. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA Panamericana.
- Halfon, Neal, Regalado, Michael, Sareen, Harvinder, Inkelas, Moira, Peck, Colleen, Glascoe, p., & Lynn, M. Olson. (2004). Assessing Development in the Pediatric Office. *Pediatrics official journal of the American Academy of Pediatrics*, 1926 - 1934.
- Héran, F., & Lafitte, F. (2009). IRM Guía práctica en neurorradiología *IRM Guía práctica en neurorradiología* (pp. 16-20). España: Elsevier Masson.
- Hernández-Muela, S., Mulas, F., & Mattos, L. (2004). Plasticidad neuronal funcional. *Revista de Neurología*, 58-68.

- Katona, F. (1989). *Investigación del comportamiento sensorio motriz. En: Katona F(ed.). Manual de prevención, diagnóstico y habilitación precoz de los daños cerebrales en el recién nacido y los primeros meses de la vida.* Madrid: IAMER.
- Katona, Ferenc. (1988). Developmental clinical neurology and neurohabilitation in the secondary prevention of pre and perinatal injuries of the brain *Early identification of infants with developmental disabilities* (pp. 121-144). Philadelphia: Saunders.
- Katona, Ferenc. (1999). *Klinikai Fejlődésneurológia.* Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt.
- Katona, Ferenc. (1989). Clinical neuro - developmental diagnosis and treatment *Challenge to developmental paradigms: implications for theory, assessments and treatment* (pp. 167-186). New Jersey: Laurence Erlbaums Ass.
- Lebber, J., & Rijke, R. (2003). Ecology of development in children with brain impairment. . *Child Care Health Dev.*, 131-140.
- Levobici, Serge, & Weil-Halpern, Françoise. (2006). La psicopatología del bebé *La psicopatología del bebé* (pp. 13-50). México: Editorial Siglo XXI editoriales, s.a. de c.v.
- Morillo, A.J. (1989). Imagenología por resonancia magnética. *Acta Neurología por resonancia magnética*, 13-14.
- Namakforoosh, Mohammad Naghi. (2005). *Metodología de la investigación.* México: Limusa 2a ed.
- Parmelee, AH. (1979). Assesment of the infant ar risk during the first year. Folog up the risk newborn. A practical approach. The optimal conept. *Early Hum Dev*, 201-205.
- Pérez Martínez, José, & Zanabria Salcedo, Martha Araceli. (2004). Sistema de diarnóstico y tratamiento del desarrollo temprano de Ferenc Katona. *Plasticidad y Restauración Neurológica*, 3, 59-62.

- Pilar Álvarez , Mingorance. (2009). Morbilidad y secuelas de los niños prematuros en edad escolar. Valladolid: Universidad de Valladolid sección de pediatría.
- Pineda, A.J. (2002). Aspectos neonatológicos y factores de riesgo en atención temprana. *Rev Neurol*, 136-139.
- Porrás-Kattz, Eneida, & Harmony, Thalía. (2007). Neurohabilitación: un método diagnóstico y terapéutico para prevenir secuelas por lesión cerebral en el recién nacido y el lactante. *Medigraphic*, 64, 125-135.
- Prieto Valiente, Luis, & Herranz Tejedor, Inmaculada. (2010). *Bioestadística sin dificultades Matemáticas*. España: Díaz de Santos.
- Purves, Dale, & al, et. (2004). *Neurociencia*. España: Editorial Panamericana.
- Ramos Sánchez, I., & Márquez Luque, A. (2000). Recién nacido de riesgo neurológico. *Vox paediatrica*, 8, 5-10.
- Rial Boubeta, Antonio, & Varela Mallou, Jesús. (2008). *Estadística Práctica para la Investigación en Ciencias de la Salud*. España: Netbiblo, S.L.
- Riviera, Diego Miguel, Puentes, Sofía, & Caballero, Ligia. (2011). Resonancia magnética cerebral: Secuencias básicas e interpretación. *Univ. Méd, Bogotá*, 229-306.
- Robaina-Castellanos, G.R., Riesgo-Rodríguez, S., & Robaina-Castellanos, M.S. (2007). Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿un problema ya resuelto? *Rev Neurol*, 45(2), 110-117.
- Romo-Pardo, Beatriz, Liendo Vallejos, Silvia, & Vargas López, Guillermo. (2012). 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*, 69, 450-462.
- Ruiz Extremera, A., & Robles , C. (2004). Niños de Riesgo. Programas de Atención Temprana. *Niños de Riesgo. Programas de Atención Temprana*. Madrid: Ed. Norma-Caítal.

- Ruiz M, Álvaro, & Morillo Z., Luis E. (2009). Epidemiología Clínica Investigación clínica aplicada *Epidemiología Clínica Investigación clínica aplicada* (pp. 118- 130). Bogotá: Editorial Médica Panamericana.
- Rutherford, Mary A, Supramaniam, Veena, Ederies, Ashraf, Chew, Andrew, Bassi, Laura, Groppo, Michela, . . . Ramenghi, Luca A. (2010). Magnetic resonance imaging of white matter diseases of prematurity. *Neuroradiology*(52), 505-521.
- Sánchez-Zúñiga, Maria Eloísa, Pérez Madero, Guadalupe Concepción, Martín López, María de Lourdes, & Pérez Moreno, Juan Carlos. (2009). Factores de riesgo y signos de alarma para daño neurológico en niños menores de un año de edad. Reporte de 307 casos. *Rev Méx de Neurociencia*, 10, 259-253.
- Sánchez Pérez, María del Carmen, Benavides González , Helda, Mandujano Valdés, Mario, Rivera González, Iván, Martínez Vázquez, Rosa Ivone, & Alvarado Ruiz, Gerardo. (2006). *Valoración neuroconductual del desarrollo del lactante (VANEDELA)* (pp. 1-49). México: Casa abierta al tiempo.
- Suárez, C., Gil-Carcedo, L. M., Marco, J., Medina, J. E., Ortega, P., & Trinidad, J. (2007). *Tratado de otorrinolaringología y cirugía de Cabeza y cuello Ciencias básicas y materias afines. Ronología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Szklo, M, & Nieto, J. (2003). *Epidemiología intermedia Conceptos y Aplicaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Villanueva Egan, Luis, Contreras Gutiérrez, Ada Karina, Pichardo Cuevas, Mauricio, & Rosales Lucio, Jaqueline. (2009). Perfil epidemiológico del parto prematuro. *Ginecología y Obstetricia de México*, 76, 542- 548.
- Villarreal Rios, Enrique. (2013). *El protocolo de investigación en las ciencias de la salud*. México: Trillas.

7. ANEXOS

Anexo1. Descripción general de las pruebas de tamizaje según modalidad, tiempo de administración, rango de edad, e idioma

disponible.

<i>Nombre de la prueba País de origen Autores</i>	<i>Modalidad de evaluación</i>	<i>Dominios del desarrollo evaluados</i>	<i>Rango de edad en meses</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Idioma</i>
Ages & Stages Questionnaires 3th ed. (EUA) Squires, et al, 1995 ⁸ Squires, et al, 2009 ⁹	Cuestionario para padres	Comunicación, motricidad gruesa, motricidad fina, resolución de problemas, lenguaje, personal social	4-60	10-15 minutos	Inglés, espa- ñol, francés y coreano
Battelle Developmental Inven- tory (BDI) Screening Test 2nd ed. (EUA) Newborg J, 2005 ¹²	Observación directa del niño y preguntas a los padres	Personal-social, adaptati- vo, motor, comunicación y cognitivo	0-95	10-30 minutos	Inglés y español
Bayley Scales of Infant and Toddler Development (BSID) Neurodevelopment Screening Test 3 rd ed. (EUA) Aylward G, 2010 ¹³	Observación directa del niño	Cognitivo, lenguaje y motor	1-42	15-25 minutos	Inglés
Brigance Early Childhood Screen (EUA) Glascoe F, 2002 ¹⁴	Observación directa del niño y cuestiona- rios para padres	Cognitivo, lenguaje, mo- tor, adaptativo y socioe- mocional	0-35 36-60	10-15 minutos	Inglés y español
CAT/CLAMS Clinical Adapta- tive Test/Clinical Linguistic and Auditory Milestone Scale (EUA) Capute, et al, 1986 ¹⁵	Evaluación directa del niño	Lenguaje, resolución de problemas y motor	1-36	10-15 minutos	Inglés y español
Child Development Inventory (EUA) Doig, et al, 1999 ¹⁶	Cuestionario para padres	Social, lenguaje, motor, adaptativo, habilidades de lectura y aritmética	15-72	30-50 minutos	Inglés
Denver Development Scree- ning Test (EUA) Glascoe, et al, 1992 ¹⁷	Evaluación directa del niño y preguntas a los padres	Motricidad gruesa, lenguaje, motricidad fina-adaptativa, personal- social	0-72	10-20 minutos	Inglés y español
Escala de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (EEDP) (Chile) Schapira, 2007 ¹⁸ Bedregal, 2008 ¹⁹ Vericat Ay Orden, 2010 ²⁰	Evaluación directa del niño	Social, lenguaje, coordi- nación y motricidad	0-24	20 minutos	Español
Escala de Desarrollo Integral del Niño (EDIN) (Costa Rica) Schapira, 2007 ¹⁸ Vericat Orden, 2010 ²⁰	Evaluación directa del niño	Motricidad fina, motricidad gruesa, reflejos, socio- emocional y cognitiva	0-72	NR	Español
Neurodesarrollo Pediátrico (NPED) (Cuba) Guadarrama-Celaya, et al, 2011 ²¹	Evaluación directa del niño	Lenguaje/comunicación, psicomotor y maduración sensorial (audición/visión)	1-60	15 minutos	Español
PEDS Parents Evaluation of Developmental Status (EUA) Glascoe, 1998	Cuestionario para padres que pregunta sobre preocupaciones	Desarrollo global/cogni- tiva, lenguaje expresivo, lenguaje receptivo, con- ducta, socio-emocional, escolaridad, autoayuda, motor fino y grueso y otros (preocupaciones sensoriales/médicas)	0-96	2-5 minutos	Inglés y español
PRUNAPE (Argentina) Pascucci, et al, 2002 ²² ; 2006 ²³	Evaluación directa del niño y algunas pre- guntas a los padres	Motricidad fina, motricidad gruesa, personal social y lenguaje	0-60	10-15 minutos	Español
Test de desarrollo Psicomotor TEPSI (Chile) Haeussler, Marchant, 1980	Evaluación directa del niño	Coordinación, motricidad y lenguaje	24-60	15-20 minutos	Español

Anexo 2. Consentimiento informado



REGLAMENTO DE INGRESO AL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

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

Juriquilla, Querétaro, ____ de _____ del 20__

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

Me comprometo a acudir a todas las citas que se programarán para realizar las diversas valoraciones clínicas de neuropediatría, neurodesarrollo, neurofisiología, imagen, psicomotriz y de atención que el protocolo le ofrece a mi hij@. También he sido informado que se me proporcionarán por escrito los resultados de los estudios que se 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 el tiempo que dure el programa podrán trabajar con mi hijo bajo supervisión: estudiantes, practicantes, de servicio social y voluntarios que estén autorizados por parte de los responsables de área. Entiendo de la importancia de la investigación que realizan 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.

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

Nombre de la madre.

Nombre del padre.

Firma

Firma

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"

Anexo3. Formato de evaluación de los Patrones Elementales Sensoriomotores



INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA
UNAM CAMPUS JURIQUILLA
UNIDAD DE INVESTIGACION EN NEURODESARROLLO
"DR AUGUSTO FERNANDEZ GUARDIOLA"

EVALUACION KATONA - INICIAL										
Nombre:						Fecha				
Diagnóstico:										
SEG		Código		F. N. Ed. Corregida						
F. Nacimiento					Edad corregida					
F. Ingreso										
N= Normal PH- = Hipotonía PH+= Hipertonía A= Ausente U=Asimetría I= Izquierda D= Derecha CI= Contralateral H=Hemicuerpo										
MANIOBRAS KATONA			Inicial							
FECHAS DE EVALUACION										
Elevación de tronco (tracción de manos)										
Elevación de tronco (espalda-cadera)										
Sentado en el aire										
Rotación izquierda y derecha										
Gateo asistido										
Gateo asistido modificado										
Marcha en plano horizontal										
Marcha en plano ascendente										
Arrastre horizontal										
Arrastre plano inclinado descendente										
Arrastre plano inclinado ascendente										