



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA  
ESPECIALIDAD EN:

**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS GENERALES DE  
PRECHTL EN LA TRAYECTORIA DEL DESARROLLO  
INDIVIDUAL DE NIÑOS CON RIESGO NEUROLÓGICO.  
ESTUDIO PILOTO MULTICÉNTRICO.  
Número de protocolo 14/19.**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL  
DIPLOMA DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**P R E S E N T A:**

*ERNESTO JAVIER AGUILAR SÁNCHEZ*

PROFESOR TITULAR

*DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS*

ASESOR

*DR. CARLOS PUBLIO VIÑALS LABAÑINO*



Ciudad de México

Febrero 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

---

**DR. HUMERTO VARGAS FLORES**  
ENCARGADO DE LA SUBDIRECCION DE EDUCACIÓN MÉDICA

---

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL**  
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACION MEDICA DE POSGRADO

---

**DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. CARLOS PUBLIO VIÑALS LABAÑINO**  
ASESOR CLÍNICO

## **AGRADECIMIENTOS**

Especial agradecimiento al Dr. Carlos Viñals por el soporte, orientación, tolerancia y comprensión para poder realizar este trabajo, que, aunque es piloto, es la apertura para realizar proyectos de mayor ambición. A la Dra. Elsa Alvarado por el tiempo dedicado, su cooperación en la evaluación y su orientación para lograr este proyecto. A mis padres, mi hermana y mi esposa, que, si puedo seguir adelante, en gran parte es para y por ustedes.

## **CONTENIDO**

I. RESUMEN DEL PROTOCOLO	6
II. ANTECEDENTES	7
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACION	11
V. HIPOTESIS	11
VI. OBJETIVOS	12
VII. OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
VIII. METODOLOGÍA	12
IX. RESULTADOS	15
X. DISCUSIÓN	22
XI. CONCLUSIONES	24
XII. LIMITACIONES	24
XIII. BIBLIOGRAFÍA	25
XIV. ANEXOS	29

## I. RESUMEN

**Antecedentes:** Los trastornos neurológicos mayores y menores, causados por exposición a factores de riesgo en la etapa pre, peri y posnatal, son un problema importante de salud a nivel nacional e internacional, donde una intervención terapéutica temprana puede reducir las secuelas cognitivas y motoras. Para realizarla se requieren de herramientas de diagnóstico temprano, por lo que desde hace aproximadamente 20 años se ha desarrollado la Evaluación de los Movimientos Generales de Prechtl (GMA). Los Movimientos Generales (GMs) consisten en un conjunto de movimientos donde participan todas las partes del cuerpo, bien definidos para la edad pretérmino-término (writhing) y posttérmino (fidgety), los cuales aparecen desde la edad fetal y duran hasta los 3 a 5 meses de edad corregida posttérmino. Se han desarrollado dos métodos de GMA, el Puntaje Óptimo de los Movimientos Generales (GMOS) para la etapa pretérmino y writhing, y el Puntaje Motor Óptimo (MOS) para la etapa fidgety. El GMOS ha sido poco estudiado. La ausencia de fidgety tiene una alta predicción de Parálisis Cerebral.

**Objetivo:** Estimar la predicción del GMOS sobre el MOS. **Hipótesis:** En niños expuestos a factores de riesgo neurológico, la puntuación en etapa writhing inferior a 18 puntos permite predecir la ausencia de actividad fidgety (<17 puntos) que implicará la presencia de Parálisis Cerebral. **Metodología:** Se efectuó un estudio observacional, de cohorte, longitudinal, prospectivo y analítico tipo piloto multicéntrico. Se incorporaron al estudio 42 sujetos de los cuales 25 fueron del sexo masculino y 17 femenino con una media de 33 +/- 4.2 semanas de edad gestacional y que, al momento de aplicarles la escala GMOS, tenían una edad promedio de 43.2 +/- 2 semanas, al final del seguimiento tenían un promedio de 53.9 +/- 2.1 semanas de edad. Fueron reclutados de septiembre 2018 a marzo 2019 con el consentimiento informado firmado por padres o tutores. El estudio fue previamente aprobado por el comité de ética del Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra" (INR-LGII) y el Centro Médico Naval (CEMENA). Los participantes fueron videograbados por un periodo de 3 minutos en 2 ocasiones, en etapa writhing y en etapa fidgety, posteriormente se evaluaron por personal certificado (3 evaluadores) por el curso avanzado de Evaluación Movimientos Generales de Prechtl.

**Resultados.** En general, las puntuaciones totales de GMOS (writhing) resultaron significativamente predictivas de las puntuaciones totales de MOS (fidgety) después de 10.2 meses de seguimiento promedio. Así, **MOS total = 7.546 + 0.463 (GMOS total)** con  $r = 0.347$  ( $p = 0.02$ ). En el estado basal, se observó que las mujeres diferían significativamente de los hombres en semanas de gestación siendo menores en las mujeres ( $p = 0.02$ ) y, en consecuencia, en las mujeres había una proporción significativamente mayor de casos con bajo peso al nacer para la edad gestacional ( $p = 0.01$ ). Al controlar estas últimas variables aplicando el modelo de regresión logística para predecir un MOS binario como fidgety ausente/anormal contra normal, se observó que únicamente la evaluación en etapa writhing es predictor del fidgety categorizado como binario. El punto de corte de <18 puntos de GMOS no resultó ser un buen predictor de fidgety. **Conclusiones.** Una vez que se controla la influencia de las semanas de gestación y el bajo peso al nacer por sexo, la evaluación en etapa writhing inicial es el mejor predictor de la etapa fidgety al final.

## II. ANTECEDENTES

Se han desarrollado dos métodos de puntuación motora óptima, basados en las características específicas de la GMA de acuerdo con la edad, lo cual provee de información detallada sobre patrones específicos de los GMs para evaluar cambios y/o efectos de intervención. El primer método de puntaje está desarrollado para la edad pretérmino y postérmino temprano (hasta las 6 semanas de edad corregida postérmino) y fue llamado inicialmente “GM Optimality List for Preterm GMs and Writhing Movements”, actualmente se conoce como “Puntuación de optimalidad de los Movimientos Generales (GMOS)” (13,14). Este compromete una evaluación global de los GMs seguidos de un puntaje detallado de los movimientos del cuello, tronco y las cuatro extremidades. Los ítems son evaluados con un puntaje de 0 a 2, siendo la calificación de 2 el puntaje óptimo. Así mismo se califican el GMA de la siguiente manera: normal (2), pobre repertorio (1), rígido sincronizado (Cramped-synchronized) o Caótico (0). Después de realizar el GMA se evalúan los movimientos de tronco y cuello. Posteriormente se examinan diferentes componentes en los movimientos de las extremidades:

- Amplitud
- Velocidad
- Espacio
- Rotación proximal y distal
- Movimientos de “prendido” y “apagado”
- Temblores
- Componentes de movimientos tipo “cramped”

Los subpuntajes óptimos (OS) de las extremidades se calculan por separado. El valor máximo de puntuación óptima para las extremidades es de 18, el valor máximo para el cuello y tronco es de 4. El valor máximo para el GMOS es de 42 (15). Se establecieron puntuaciones percentiles de acuerdo a edad y categoría nominal por Einspieler et al. (20), en una muestra de 233 niños incluidos en el estudio con un total de 783 videos evaluados, con puntuaciones de corte para cada categoría nominal:

	NORMAL	POBRE REPERTORIO	RÍGIDO SINCRONIZADO
MAX	42	37	18
P 90	42	33	16
P 75	42	29	14
MEDIA	40	25	11
P25	39	20	9
P10	36	18	7
MIN	32	13	6

El segundo método se desarrolló para el intervalo de edad de 3 a 5 meses, llamado en un inicio "Evaluación del repertorio motor de 3 a 5 meses", actualmente conocido como "Puntuación motora óptima" (MOS)", donde se suman 5 parámetros (1,2,3):

- Movimientos fidgety: normal (12 puntos), anormal (4 puntos), ausente (1 punto).
- Repertorio motor coexistente para la edad: adecuado (4 puntos), reducido (2 puntos), ausente (1 punto). Se evalúa el meneo-oscilación de brazos, pataleo, golpeteo, contacto mano-mano, contacto pie-pie, jugueteo con la ropa, alcanzar y tocar, elevación de piernas con/sin contacto rodilla-mano, rotación de tronco, rotación axial, observación de la mano y exploración visual.
- Calidad de los movimientos (antes mencionados): predominantemente normal (4 puntos), mismo número de normales y anormales (2 puntos), predominantemente anormal (1 punto).
- Calidad general del repertorio motor: normal si es fluente, variable y suave (4 puntos), anormal si existen sacudidas, rigidez y complejidad reducida (2 puntos), y tipo rígido sincronizado (cramped-synchronized) caracterizados por movimientos rígidos, contracciones-relajaciones simultáneas de los músculos de las extremidades y el tronco (1 punto).
- Posturas: prevalece patrón normal (4 puntos), mismo número de normales y anormales (2 puntos), predominantemente anormal (1 punto).

Como resultado de su poderoso valor pronóstico, la calidad de los movimientos espontáneos durante el período de movimientos fidgety (FM) se considera una medida sensible de la integridad de las áreas del sistema nervioso central involucradas en el control motor (3,21). La presencia de movimientos tipo rígido sincronizado durante la etapa posnatal temprana, y su persistencia posterior a las 12 semanas donde aparecen los FM, están asociados con un riesgo virtual del 100% de presentar PC (7,18,21).

Para la edad postérmino, de la 9 a las 20 semanas, los FM son característicos, constan de movimientos pequeños, de velocidad y aceleración variable, en todas las direcciones, continuos, los cuales se pueden apreciar en cuello, tronco y extremidades y se pueden ver casi todo el tiempo (1,2,5,7). Estos movimientos desaparecen gradualmente a los 5 meses de edad postérmino, donde aparecen los movimientos intencionales y anti gravitacionales (3,7). La mayoría de los niños que presentan FM (96%) tendrán un desarrollo normal, sin embargo, la mayoría de los niños que no lo presenten (95%) desarrollarán PC (4,7,22,26,27). Los llamados "GM anormales" se han reportado como un riesgo potencial de disfunción neurológica menor (MND) en niños de 4 a 12 años (1, 2, 3, 22), y en la evaluación del MOS con resultados de pobre repertorio motor es predictivo de alteraciones motoras y cognitivas a largo plazo (15). Del MOS, 5 aspectos en particular tienen un valor predictivo alto para el grado de limitación funcional en niños con PC: Puntuación total de la optimalidad motora, repertorio motor coexistente para la edad, la calidad del patrón de pataleo, la presencia de postura plana sobre la superficie de la cama y la presencia de movimientos tipo rígido sincronizado. Los movimientos tipo rígido sincronizado que aparecen desde la edad pretérmino, entre más temprano aparezcan más severa será la PC. La presencia de postura plana está asociada con una limitación funcional menos severa en niños con PC. La presencia de

movimientos monótonos y repetitivos en el patrón de pataleo está asociado con alteraciones neurológicas más severas, y la ausencia del patrón de pataleo combinado con movimientos tipo rígido sincronizado están asociados a limitaciones funcionales severas en niños con PC. El repertorio motor entre las semanas 11 y 12, tanto en nacidos pretérmino como a término evaluados mediante el MOS, se asocia con el nivel de movilidad en la edad escolar, un mejor puntaje está altamente relacionado con un mejor nivel en el Sistema de Clasificación para la Función Motora Gruesa (GMFCS) (4,5,22,34). Se establece que los niños tienen un adecuado desarrollo mientras tengan FM presente y normal, incluso cuando sus hallazgos de ultrasonido indican alteraciones neurológicas, e inversamente, los niños tendrán un desarrollo neurológico alterado si el fidgety está ausente, incluso si el ultrasonido indica un riesgo bajo (2,5,26). El hecho de que los FM estén ausentes en todos los subtipos de PC indica que se necesitan fibras corticoespinales intactas y una vía de salida normal a ganglios basales y cerebelo para generar FM normales. Einspieler et al, identificaron que la aparición de movimientos circulares del brazo y la ausencia de FM son marcadores tempranos para PC discinética (5,34).

Como se ha mencionado previamente, los GMs no sólo tienen valor predictivo para el desarrollo motor, también para alteraciones en la inteligencia y el comportamiento. El patrón postural evaluado mediante la MOS, es el predictor más fuerte de inteligencia, el cual emerge típicamente entre la semana 11 y 16 de la edad postérmino (3).

En comparación con el ultrasonido transcraneal, la resonancia magnética y el examen clínico neurológico, la GMA provee de una mejor evidencia, con una sensibilidad de 98% (95% CI 74-100) y una especificidad de 91% (95% CI 83-93) (19,20,25). Estudios recientes informan una fiabilidad inter observador de alta a muy alta para la GMA (Cohen's Kappa = 0.75-0.91), la cual se ha establecido en cursos de entrenamiento y ha sido reportada como excelente en revisiones sistemáticas (10,11,12,20). La fiabilidad inter observador para el Puntaje de Optimalidad es muy alta: un rango del coeficiente de correlación intraclase entre 0.80 y 0.94 (2). Sin embargo, esta depende del estado del evaluador, la cual se basa en su percepción Gestalt, y puede ser afectada por factores como la experiencia, cansancio y falta de calibración (9). La GMOS se ha utilizado en pocos estudios y sus resultados son poco concluyentes. Uno de los estudios más importantes fue el del Einspieler et al (16) donde analizó una población de 233 niños y se reportó una adecuada asociación entre los GMA y el GMOS (15).

### III. JUSTIFICACIÓN

La PC es la causa más común de afección motora significativa en niños. En el mundo existen alrededor de 17 millones de personas con PC. Una revisión sistemática y un metaanálisis reciente estimaron que la prevalencia no ha cambiado significativamente en los últimos años, manteniéndose en 2.11 por cada 100 niños que nacen desde 1985. En Canadá 1 de cada 400 niños nacidos son diagnosticados con PC.

En el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”, en los reportes estadísticos del año 2017, se atendieron 240 niños y jóvenes con el diagnóstico de Parálisis Cerebral por primera vez en consulta externa. Según la Oficina de Representación para la Promoción e Integración Social para Personas con Discapacidad de la Presidencia de la República de México en el 2010, cada año se suman en México, a las más de 10 millones de personas con alguna discapacidad, alrededor de 270,000 personas. En México hay alrededor de 500,000 personas con Parálisis Cerebral y esto representa desde el 2010 un total de 12,000 casos de PC al año en México.

Se han realizado estudios similares en los países de Europa, Asia y Oceanía, sin embargo, no se cuentan con información en población mexicana, donde la prevalencia de exposición a factores de riesgo neurológico y su desenlace son muy altos, además de estar asociado con bajos niveles socioeconómicos (6), por lo que se requieren de estudios que reporten el uso de esta herramienta de detección temprana en nuestra población.

La evaluación de los Movimientos Generales de Prechtl constituye un instrumento de gran utilidad para la detección temprana de alteraciones neurológicas mayores como la PC y menores como el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad y Trastornos de Conducta (28), por lo que consideramos que su uso rutinario tendría un gran impacto y utilidad en nuestra población, así como permitirá establecer un entrenamiento en su utilización por parte del personal que brinda atención a los pacientes con alto riesgo neurológico (Médicos Rehabilitadores, Pediatras, Neuro pediatras, Neonatólogos, terapeutas físicos, terapeutas ocupacionales y de lenguaje), generando efectos benéficos en el diagnóstico temprano y la conducta terapéutica a corto y mediano plazo. Como se mencionó previamente, el uso de la herramienta de evaluación GMOS ha sido poco estudiada (16), por lo que se considera que tendría un gran impacto establecer una relación entre los valores cuantitativos que establecen anormalidad y normalidad en los Movimientos Generales, usando las herramientas de evaluación GMOS y MOS.

#### IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La GMOS se ha utilizado en pocos estudios y sus resultados son poco concluyentes (16), es por ello que se propone aplicarlo en niños con factores de riesgo neurológico atendidos en el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” y el Centro Médico Naval de la Secretaría de Marina-Armada de México a efecto de contribuir a la validación del procedimiento en nuestro medio.

##### Esquema metodológico Para el análisis del problema de investigación

Preguntas guía	Identificación
¿Cuál es la variable independiente o cuáles son éstas?	<b>GMOS</b> que clasifica a los pacientes con alteraciones en los movimientos generales hasta las 5 semanas de edad.
¿Cuáles son las unidades de observación y sus características?	Niños postérmino o pretérmino desde nacimiento hasta 20 semanas de edad con factores de riesgo neurológico
¿Cuál es o la variable dependiente o cuáles son éstas?	<b>MOS</b> que clasifica a los pacientes con alteraciones en los movimientos generales entre las 12-16 semanas de edad
¿Cuáles son las covariables a controlar?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Edad corregida</li><li>• Sexo</li><li>• Tipo de factores de riesgo neurológico presentes</li></ul>

Preguntas de investigación:

- ¿Cuál será la capacidad de la puntuación en etapa writhing inferior a 18 puntos de predecir la ausencia de actividad fidgety (<17 puntos), en niños expuestos a factores de riesgo neurológico?
- ¿El valor predictivo de GMOS sobre MOS estará influido significativamente por la edad, el sexo y el tipo de factores de riesgo neurológicos de los niños?

#### V. HIPÓTESIS

- En niños expuestos a factores de riesgo neurológico, la puntuación en etapa writhing inferior a 18 puntos permite predecir la ausencia de actividad fidgety (<17 puntos) que implicará la presencia de Parálisis Cerebral.
- En niños expuestos a factores de riesgo neurológico, la puntuación en etapa writhing inferior a 18 puntos no establecerá predicción con la ausencia de actividad fidgety (<17 puntos).
- Es probable que el sexo no influya sobre la capacidad predictiva de GMOS.

- Es probable que algunos factores de riesgo neurológico tengan influencia negativa sobre la capacidad predictiva de GMOS.

## VI. OBJETIVOS:

- Estimar el valor predictivo de la puntuación óptima de los movimientos generales en etapa pretérmino y a término (Etapa writhing/GMOS) sobre la puntuación motora óptima (Etapa fidgety/MOS) en la edad de 3 a 5 meses de edad postérmino.

## VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar si la puntuación del GMOS inferior a 18 puntos entre la semana 40 y antes de la semana 5 de edad corregida predice la ausencia de fidgety (MOS <17) entre los 3 y 5 meses de edad postérmino.
- Identificar factores de riesgo neurológico asociado a los pacientes estudiados.
- Determinar la variabilidad intra e inter observador de los evaluadores certificados que participaran en el estudio.
- Determinar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de los instrumentos de evaluación de los movimientos generales de Prechtl.

## VIII. METODOLOGÍA

### Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio de cohorte, longitudinal, prospectivo y analítico, tipo estudio piloto multicéntrico como **fase inicial** de un estudio amplio con una muestra de 240 niños con factores de riesgo neurológico.

### Descripción del universo de trabajo

Se incorporaron al estudio, niños desde el nacimiento (incluso pretérmino) hasta las 20 semanas de edad de edad postérmino, los cuales fueron categorizados con factores de riesgo neurológico, desde septiembre 2018 – marzo 2019.

### Criterios de inclusión

- Niños de edades comprendidas entre el nacimiento (incluyendo pretérmino) hasta las 5 semanas postérmino (45 semanas de edad post menstrual).
- Ambos sexos.
- Pacientes categorizados con factores de alto riesgo neurológico como: encefalopatía Hipóxico-isquémica, Hiperbilirrubinemia, bajo peso para edad gestacional, sepsis neonatal y prematurez.

- Firma de la hoja de consentimiento informado por padres o tutores.

#### Criterios de exclusión

- Pacientes en estado crítico, que no permitan el registro de la actividad espontánea.
- Niños con ventilación mecánica asistida al momento de la videograbación.
- Niños mayores de 5 meses de edad postérmino.

#### Criterios de eliminación

- Niños a los cuales no se les haya realizado el registro en video de los 2 periodos evaluativos.
- Pacientes que cursen con comorbilidades (patología cardiopulmonar oxígeno dependiente) que interfieran la interpretación de los registros de videos.

#### Criterios de retiro anticipado

- Pacientes cuyos padres no acepten ingresar a protocolo mediante la firma y autorización del consentimiento informado.

#### Tamaño de muestra

Esperando un coeficiente de correlación al menos de  $r = 0.50$  (25% de varianza explicada) entre las puntuaciones de GMOS y MOS, para un nivel de confianza de 95% (error alfa de 5%) y una potencia estadística de 90% (error beta de 10%) en tamaño mínimo de la muestra de niños con factores de riesgo neurológico será de:

$$n = [(Z\alpha + Z\beta) / C]^2 + 3$$

$$\text{Donde } C = 0.5 \times \ln [1 (1+r) / (1-r)]$$

$$C = 0.5 \times \ln [1 (1+0.50) / (1-0.50)]$$

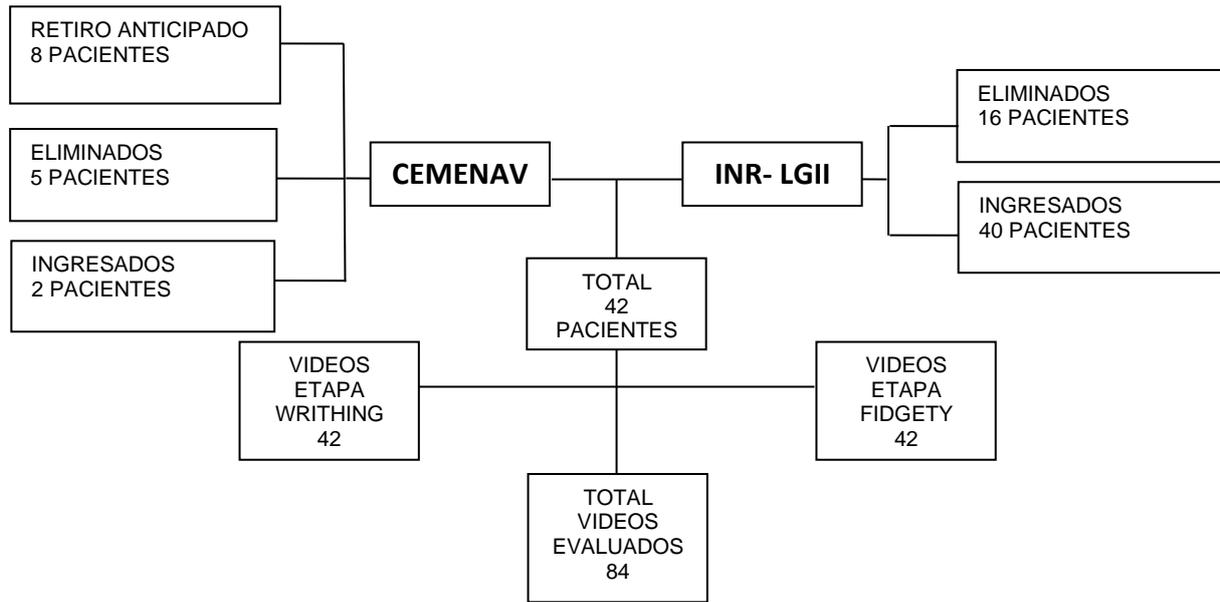
$$C = 0.5 \times \ln (3.0)$$

$$C = 0.5 \times 1.09 = 0.545$$

$$n = [(1.96 + 1.282) / 0.545]^2 + 3$$

**$n = 40$  más 20% de pérdidas tolerables en el seguimiento = 48 niños en total**

## Procedimiento



## Análisis estadístico

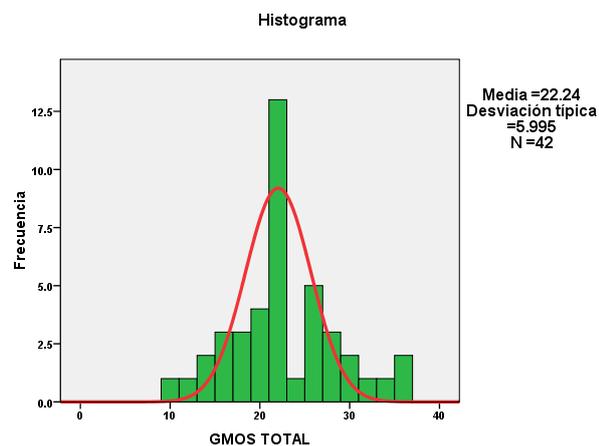
Para el estado basal de GMOS (writhing) se aplicó estadística descriptiva para resumir los datos cuantitativos a través de medias y desviación estándar y con frecuencias y porcentajes para los cualitativos. Las formas de distribución de las variables cuantitativas se contrastaron con el estadístico de Kolmogorov-Smirnov y las correlaciones bivariadas se estimaron con  $r$  de Pearson. Las diferencias de medias por género se compararon con  $t$  de Student para muestras independientes y las diferencias de proporciones con la razón de verosimilitud de chi cuadrada calculándose los riesgos de manera transversal con la razón de momios (OR) y con intervalos de confianza de 95%. En el estado final de MOS total (fidgety) se aplicó la misma estadística descriptiva del basal y Kolmogorov-Smirnov para verificar la forma distribución de MOS total. La correlación entre GMOS y MOS total se contrastó con  $r$  de Pearson y las asociaciones entre ambas variables categorizadas cualitativamente se contrastaron con la razón de verosimilitud de chi cuadrada calculándose los riesgos prospectivamente como riesgos relativos (RR) con intervalos de confianza del 95%. El análisis multivariado final incluyó el análisis estratificado de Mantel-Haenszel para comparar los RR por estratos y se finalizó con la aplicación del modelo de regresión logística binomial no condicionado con el método por pasos de Wald hacia atrás para ir descartando las variables predictoras que estuviesen confundidas entre sí a efecto de seleccionar las mejoras predictoras del desenlace de fidgety. En todos los contrastes se tomó como significativa una  $p$  igual o menor a 0.05 y hasta 0.20 se tomó como tendencia corroborándose la potencia estadística observada fundamentalmente por tratarse de un estudio piloto.

## IX. RESULTADOS

### 1. Estado basal etapa writhing

Se analizaron 42 pacientes de los cuales 25 (59.5%) correspondieron al género masculino y 17 (40.5%) al femenino. Las semanas de gestación estuvieron comprendidas en el intervalo de 26-40 con una media de 33.0 y desviación estándar de 4.2 semanas. La edad al momento de medir los movimientos generales GMOS writhing era 43.2 +/- 2.0 semanas (rango 36-45). Las puntuaciones totales de GMOS writhing tuvieron una media de 22.2 +/- 5.9 (rango 10-36) con una distribución normal (Z de Kolmogorov-Smirnov 1.02,  $p = 0.24$ ) tal como se aprecia en el gráfico 1.

**Gráfico 1. Distribución de las puntuaciones GMOS**



#### **(writhing)**

La puntuación writhing no estaba correlacionada con las semanas de gestación ( $r = 0.05$ ,  $p = 0.73$ ) ni con la edad corregida inicial ( $r = -0.054$ ,  $p = 0.73$ ) y de los factores de riesgo neurológico únicamente se asoció con sepsis neonatal ya que 80% de los clasificados como rígido sincronizado tuvieron sepsis neonatal versus 52.9% de los de pobre repertorio y 0% entre los normales ( $p = 0.04$ ); en cambio, la puntuación total del GMOS con el punto de corte de 18 puntos estuvo asociado significativamente con el género ya que 47.1% del femenino estaba por debajo de 18 puntos versus únicamente 8.0% del masculino, por tanto, las mujeres tenían un riesgo 10.2 [IC95% 1.8-57.6] veces mayor que los hombres de una puntuación de GMOS <18 puntos ( $p = 0.003$ ). Por otra parte, véase (tabla 1) que simultáneamente las mujeres tenían un riesgo 6.5 [IC95% 1.4-30.3] veces mayor que los hombres de un peso bajo al nacer para la edad gestacional ( $p = 0.01$ ). Nótese que los hombres tenían un promedio de semanas de gestación mayor que las mujeres ( $p = 0.02$ ).

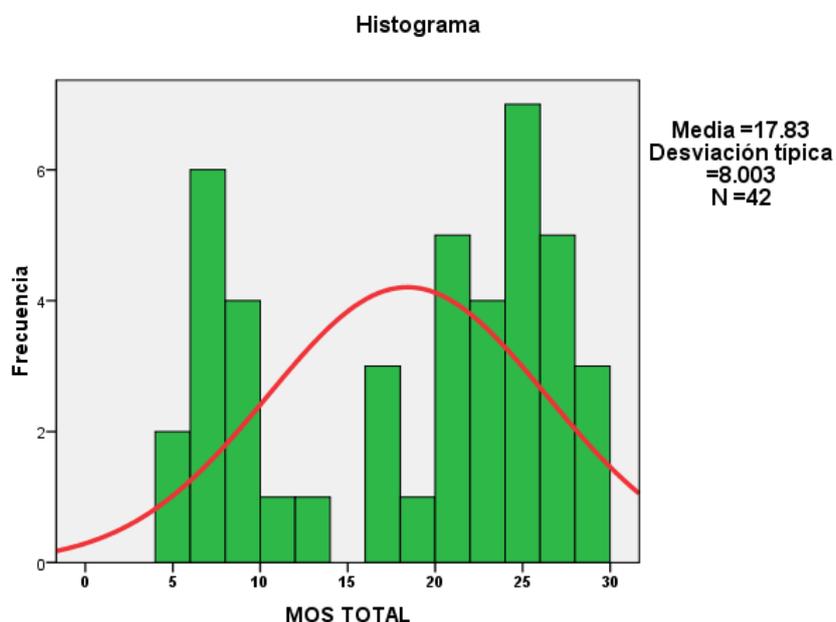
**Tabla 1. Factores relacionados con el género de los pacientes en la evaluación de la etapa writhing**

Factores	Género		p
	Femenino (n = 17)	Masculino (n = 25)	
Semanas de gestación	31.2 +/- 4.2	34.2 +/- 3.9	0.02
Edad corregida1	42.2 +/- 2.6	44.0 +/- 1.1	0.01
GMOS total	20.7 +/- 6.7	23.2 +/- 5.3	0.17
GMOS <18 puntos	8 (47.1%)	2 (8.0%)	0.003
Encefalopatía HI	11 (64.7%)	13 (52.0%)	0.41
Hiperbilirrubinemia	10 (58.8%)	16 (64.0%)	0.73
Bajo peso para EG	8 (47.1%)	3 (12.0%)	0.01
Sepsis neonatal	10 (58.8%)	12 (48.0%)	0.49
Prematurez	13 (76.5%)	18 (72.0%)	0.74

## 2. Seguimiento de la evaluación en etapa fidgety

Las puntuaciones de MOS total (fidgety) estuvieron en el intervalo de 5-28 con una media de 17.6 +/- 8.0 puntos. La distribución resultó normal con una Z de Kolomogorov-Smirnov de 1.1 (p =0.13), véase gráfico 2.

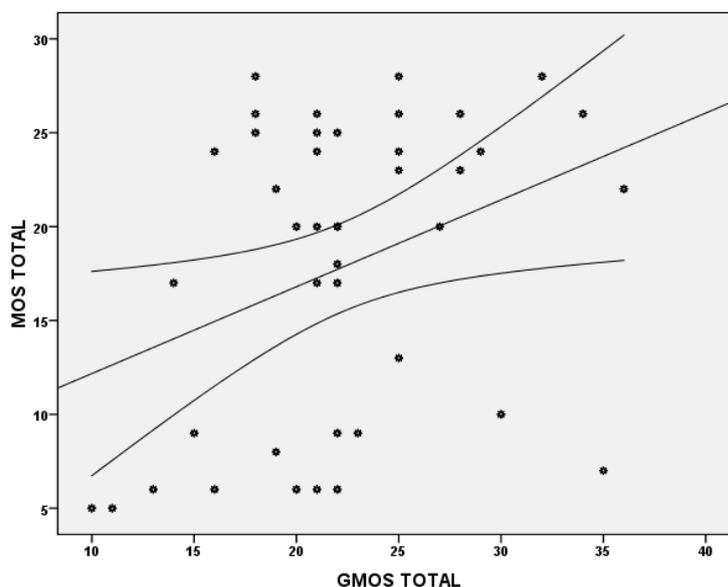
**Gráfico 2. Distribución de las puntuaciones Fidgety**



La correlación bivariada entre las puntuaciones GMOS etapa writhing y MOS etapa fidgety tuvo un coeficiente r de Pearson positivo de 0.347 ( $p = 0.02$ ); véase (gráfico 3) que a mayor puntuación registrada en GMOS mayores fueron las puntuaciones en la MOS. La ecuación predictiva es:

$$\text{MOS total} = 7.546 + 0.463 (\text{GMOS total}).$$

**Gráfico 3. Correlación entre las escalas GMOS y MOS**



La asociación entre etapa writhing categorizado como rígido sincronizado, pobre repertorio y normal versus etapa fidgety categorizado como ausente/anormal y normal también es significativa, véase (tabla 2) que de los 5 casos clasificados como rígido sincronizado 80% finalizaron como fidgety ausente/anormal, de los 34 con pobre repertorio 70.6% terminaron con fidgety normal y los 3 únicos casos clasificados normales en etapa writhing también fueron normales en etapa fidgety ( $p = 0.02$ ). Otra forma de exponer los resultados es subrayando que los categorizados como rígido sincronizado tuvieron una razón de probabilidad 7.9 veces mayor de finalizar en etapa fidgety con la categoría fidgety ausente/anormal que como normal o sea  $28.6\%/3.6\% = 7.9$ . Si se comparan los rígido sincronizado contra pobre repertorio/normal de la etapa writhing, entonces se observa claramente que los rígido sincronizado tuvieron un Riesgo Relativo de 2.9 [IC95% 1.4-5.8] de ser clasificables como fidgety ausente/anormal ( $p = 0.02$ ).

**Tabla 2. Asociación entre etapa Writhing y etapa Fidgety categorizados**

ETAPA WRITHING	ETAPA FIDGETY		Total	RAZÓN DE PROBABILIDAD
	AUSENTE/ANORMAL	NORMAL		
RÍGIDO SINCRONIZADO	4 (80%)	1 (20%)	5 (100%)	7.9
POBRE REPERTORIO	10 (29.4%)	24 (70.6%)	34 (100%)	0.8
NORMAL	0 (0.0%)	3 (100%)	3 (100%)	No evaluable
Total	14	28	42	

De acuerdo con el punto de corte de <18 puntos de GMOS asumido en la hipótesis del estudio el Riesgo Relativo de un GMOS <18 puntos para terminar en MOS con fidgety ausente/anormal es de 1.7 [IC95% 0.7-4.0] que resulta no significativo ( $p = 0.20$ ). Véase al respecto tabla 3.

**Tabla 3. Asociación entre GMOS categorizado en <18 y >17 puntos y MOS como Fidgety Ausente/anormal y normal.**

Grupo hipótesis	MOS categorizado		Total
	Ausente/anormal	Normal	
<18 puntos	5 (50%)	5 (50%)	10 (100%)
>17 puntos	9 (28.1%)	23 (71.9%)	32 (100%)
Total	14	28	

Ahora bien, en el estado final o video 2 los promedios de las edades corregidas entre géneros no eran significativamente diferentes ( $p = 0.57$ ), tampoco había diferencia por género en las puntuaciones Fidgety ( $p = 0.75$ ) y no se observó asociación directa entre la categorización de Fidgety Ausente/Anormal con el género ( $p = 0.54$ ).

### 3. Análisis multivariado.

Como se observa (tabla 4) en el estrato sexo femenino los 3 casos clasificados como rígido sincronizado terminaron como fidgety ausente/anormal, mientras que de los 14 clasificados como pobre repertorio/normales hasta 78.6% terminaron con fidgety normal para un Riesgo Relativo de 4.6 ( $p = 0.02$ ). En el estrato sexo masculino, de los 2 casos de rígido sincronizado, 1 resultó fidgety ausente/anormal y 1 como normal mientras que de los 23 con pobre repertorio/normales hasta el 69.6% fueron normales en fidgety siendo el Riesgo Relativo de 1.64 ( $p = 0.54$ ). La prueba de Mantel-Haenszel arrojó una chi cuadrada de 3.0 ( $p = 0.07$ ) indicando que la diferencia del riesgo de terminar en la categoría de fidgety ausente/anormal cuando se parte de una clasificación de rígido sincronizado tiende a ser significativamente mayor en el sexo femenino que en el masculino.

**Tabla 4. Análisis estratificado de la asociación entre la etapa de evaluación writhing y la etapa de evaluación fidgety por sexo.**

SEXO	ETAPA WRITHING	ETAPA FIDGETY		TOTAL
		AUSENTE/ANORMAL	NORMAL	
FEMENINO	RÍGIDO SINCRONIZADO	3 (100%)	0 (0.0%)	3 (100%)
	POBRE R/NORMAL	3 (21.4%)	11 (78.6%)	14 (100%)
	Total	6	11	17
MASCULINO	RÍGIDO SINCRONIZADO	1 (50.0%)	1 (50.0%)	2 (100%)
	POBRE R/NORMAL	7 (30.4%)	16 (69.6%)	23 (100%)
	Total	8	17	25

Al analizar los riesgos por estratos de bajo peso al nacer para las semanas de gestación (tabla 5), obsérvese que en el grupo de bajo peso al nacer positivo (<17) los 2 casos de rígido sincronizado finalizaron con fidgety ausente/anormal para un Riesgo Relativo de 3.0 ( $p = 0.18$ ); en contraste, el grupo negativo (>18) a bajo peso al nacer tuvo un Riesgo Relativo de 2.6 ( $p = 0.19$ ). Mantel-Haenszel tuvo una chi cuadrada de 2.8 ( $p = 0.08$ ) indicando que el riesgo de terminar en fidgety ausente/anormal cuando se parte de rígido sincronizado tiende a ser mayor en los casos que tuvieron bajo peso al nacer para las semanas de gestación.

**Tabla 5. Análisis estratificado de la asociación entre etapa de evaluación writhing y etapa de evaluación fidgety por bajo peso al nacer para las semanas de gestación.**

BAJO PESO AL NACER	ETAPA WRITHING	ETAPA FIDGETY		TOTAL
		AUSENTE/ANORMAL	NORMAL	
SI	RÍGIDO SINCRONIZADO	2 (100%)	0 (0.0%)	2 (100%)
	POBRE R/NORMAL	3 (33.3%)	6 (66.7%)	9 (100%)
	Total	5	6	11
NO	RÍGIDO SINCRONIZADO	2 (66.7%)	1 (33.3%)	3 (100%)
	POBRE R/NORMAL	7 (25.0%)	21 (75.0%)	28 (100%)
	Total	9	22	31

De acuerdo al GMOS categorizado con el punto de corte de <18 puntos y >17 puntos, la asociación por estratos es menos clara. Véase (tabla 6) que en el estrato de <18 puntos los 2 casos de Rígido Sincronizado terminaron como Fidgety ausente/anormal para un Riesgo Relativo de 2.2 ( $p = 0.18$ , potencia 0.20); en cambio en el estrato de >17 puntos el riesgo relativo de los Rígido Sincronizado fue de 3.8 ( $p = 0.10$ , potencia observada 0.36). Sin embargo, la prueba de MH = 1.7 ( $p = 0.19$ ) indicando que los riesgos no son significativamente diferentes entre los estratos.

**Tabla 6. Análisis estratificado de la asociación entre etapa writhing y etapa fidgety categorizado por GMOS con el punto de corte de <18 y >17 puntos.**

GMOS	ETAPA WRITHING	ETAPA FIDGETY		Total
		Ausente/anormal	Normal	
<18	RÍGIDO SINCRONIZADO	2 (100%)	0 (0.0%)	2 (100%)
	POBRE R/NORMAL	3 (33.3%)	6 (66.7%)	9 (100%)
	Total	5	6	11
>17	RÍGIDO SINCRONIZADO	2 (66.7%)	1 (33.3%)	3 (100%)
	POBRE R/NORMAL	7 (25.0%)	21 (75.0%)	28 (100%)
	Total	9	22	31

El modelo de regresión logística binaria no condicional aplicándose el método de comprobación por pasos de Wald hacia atrás, muestra que las tres variables de las tablas 4-6 están confundidas entre sí y sólo selecciona el GMOS categorizado con <18 y >17 puntos para predecir el resultado de fidgety, pero con una  $p = 0.20$  no significativa.

Sin embargo, cuando se toma la evaluación en etapa writhing (rígido sincronizado cuya media de GMOS fue de 16.6 puntos, pobre repertorio con una media de 22.0 puntos y normal con media de 34.0 puntos) la regresión logística con el método de Wald hacia atrás únicamente selecciona esta última clasificación como variable predictiva significativa del nivel de fidgety final. Véase (tabla 7) que hacia el paso 4 únicamente queda la evaluación en la etapa writhing como el mejor predictor de ausencia/anormalidad de fidgety. Con los ajustes el resultado final es: los niños y niñas clasificados con evaluación en la etapa writhing de rígido sincronizado tienen 11.3 veces [IC 95% 1.23-103.5] más riesgo de ser clasificado como fidgety ausente/anormal comparados con los niños y niñas clasificados con pobre repertorio/normales ( $p = 0.03$ ).

**Tabla 7. Modelo de regresión logística con el método por paso de Wald hacia atrás para predecir fidgety (Ausente/anormal versus normal).**

Paso 1	Variables	B	p	Exp(B)	IC95%
	Sexo femenino	-0.62	0.47	0.53	0.09-2.92
	Bajo peso *edad gestacional	0.51	0.58	1.66	0.27-10.1
	Semanas de Gestación	0.11	0.27	1.11	0.91-1.36
	Etapa writhing	2.59	0.02	13.40	1.33-134.7
	Constante	-7.76	0.04		
Paso 2	Sexo femenino	-0.48	0.55	0.61	0.12-3.01
	Semanas de gestación	0.12	0.18	1.13	0.94-1.37
	Etapa writhing	2.62	0.02	13.76	1.35-140.0
	Constante	-7.69	0.05		
Paso 3	Semanas de gestación	0.10	0.22	1.11	0.9-1.32
	Etapa writhing	2.52	0.03	12.47	1.27-121.9
	Constante	-7.64	0.05		
Paso 4	Etapa writhing	2.42	0.03	11.31	1.23-103.5
	Constante	-3.94	0.07	0.01	

## **X. DISCUSIÓN:**

La evaluación de los Movimientos Generales de Prechtl, constituye una herramienta de elevada evidencia científica para la evaluación del desarrollo neurológico en la edad temprana, combinado con el Examen neurológico infantil de Hammersmith y la imagen de resonancia magnética (33). Ferrari y colaboradores en el año 2002 (29), estudiaron 84 niños pretérmino con seguimiento hasta los 3 años de edad, encontraron 33 casos en que la evaluación de los movimientos generales en la etapa writhing categorizado como rígido sincronizado, se mantuvo de forma consistente en la trayectoria de evaluación, los cuales presentaron ausencia de fidgety y posteriormente parálisis cerebral, con una sensibilidad del 100% y especificidad del 92.5%, el estudio concluyó que mientras más temprana era la categorización de rígido sincronizado, el pronóstico neurológico era peor. En el año 2013 Claudia Brogna y colaboradores (26), estudiaron una población de 574 niños nacidos en etapa pretérmino tardío (34-36 semanas), en los cuales se evaluó la trayectoria individual en la etapa writhing y fidgety, con seguimiento hasta los 2 años de edad y se correlacionó con la presencia de parálisis cerebral, en el cual demostraron que la ausencia de fidgety predice la presencia de parálisis cerebral con una sensibilidad del 100% y especificidad del 97%. Así mismo, se menciona que la especificidad de la evaluación durante el periodo writhing podría estar relacionada con las características de la población (alto o bajo riesgo) y que la alta frecuencia del pobre repertorio, seguida de fidgety normal, podría explicar la baja especificidad predictiva. Este es el primer estudio con una cohorte grande, en el cual se determina con gran potencia estadística la predicción de la evaluación writhing en los niños categorizados como rígido sincronizado y la ausencia de fidgety demostrada previamente. En nuestro estudio, a pesar de ser una muestra preliminar de 42 pacientes, se demostró que existe la misma relación entre la evaluación de la etapa writhing y la ausencia de fidgety, predominantemente relacionado con la exposición a sepsis neonatal, no obstante, se requiere de seguimiento mínimo a dos años para correlacionar estos hallazgos con la parálisis cerebral.

En el 2006, Nakajima y colaboradores (30), en una muestra de 18 pacientes (5 niñas y 13 niños) nacidos pretérmino con seguimiento hasta los 10 años, de los cuales 6 pacientes fueron sanos, 6 con alteraciones neurológicas moderadas y 6 con parálisis cerebral. Todos los pacientes fueron videograbados entre 4 y 10 veces en etapa writhing y 1 a 2 veces en etapa fidgety. Se aplicó el “concepto de optimalidad de Prechtl”, el cual consta de 17 ítems, con una puntuación máxima de 34, en el cual se estableció que, a menor puntuación, la función motora en la etapa writhing será peor. Los autores consideraron útil realizar una calificación detallada de cada pobre repertorio en la etapa writhing y esperaban más de su valor predictivo, sin embargo, eso no sucedió ya que estadísticamente no se encontraron predicciones con peso estadístico contundente, por lo que concluyeron que para el clínico que aplica la evaluación de optimalidad, es necesario realizar una evaluación de la etapa fidgety por su alto valor predictivo, y recomendaron el uso de neuroimagen en la etapa fidgety. Un punto importante en este estudio es que la puntuación detallada no les permitió una resíntesis de los detalles de la grabación completa, ya que se perdió demasiada Gestalt con este enfoque semicuantitativo.

Sin embargo, en 2011, Beccaria y colaboradores (22), en una muestra de 79 pacientes que presentaron prematurez extrema con seguimiento hasta los 8 años, evaluaron la etapa writhing y fidgety, dándole un peso especial al grupo categorizado como pobre repertorio en la etapa writhing y correlacionaron con la evaluación Griffiths Scales of Mental Development a los 2 años de edad. Los autores concluyeron que un pobre repertorio a las 45 semanas de edad postmenstrual, parece estar realmente asociado con un peor desarrollo neuroconductual a los 2 años de edad, siendo la categoría de coordinación ojo-mano la más afectada. Posteriormente, Einspieler (16) y colaboradores en el 2016 determinaron los valores de percentil de GMOS de acuerdo a las semanas de gestación al momento de la evaluación, y se estableció la posibilidad de que los valores propuestos pueden proporcionar una base sólida para la predicción de mejora o deterioro dentro de la trayectoria individual de la evaluación de los movimientos generales.

En el año 2018, Mary Sharp y colaboradores (32) realizaron un estudio prospectivo, descriptivo, piloto, donde evaluaron la trayectoria de 40 niños en 1 año, mediante evaluaciones de puntuación de optimalidad del repertorio motor (OS) y MOS en cada etapa, se encontró que en los recién nacidos extremadamente prematuros, el pobre repertorio en la etapa writhing es común, sin embargo, en la etapa fidgety, los movimientos normales están presentes. Los autores concluyen que el MOS en la etapa fidgety es menor para los extremadamente prematuros que para los recién nacidos a término, lo que subraya la necesidad de un seguimiento continuo del desarrollo neurológico para los recién nacidos extremadamente prematuros. Las puntuaciones de OS se encuentran en un rango de 8 a 18, la mediana para este estudio fue de 12. La mediana de MOS fue de 22.

Se han hecho diversos estudios en los cuales se intenta predecir el desenlace del pobre repertorio en la etapa writhing, y en algunos se ha hecho uso de las herramientas GMOS y MOS. En esta muestra piloto que recién concluimos, se observó que la puntuación del GMOS con relación a la obtenida en el MOS para predecir la ausencia de fidgety, hasta el momento no cuenta con resultados estadísticamente significativos en el total de pacientes estudiados y solamente se alcanzó una proporción significativa en el sexo femenino, de esta manera el punto de corte preestablecido en los niños con pobre repertorio no alcanzaron correlaciones significativas, lo cual pudiera atribuirse en alguna medida al tamaño actual de la muestra incorporada. No obstante, se ha observado que el valor pronóstico de las evaluaciones en periodo writhing y fidgety son similares a las reportado con la literatura internacional (21, 23, 27, 31). Se espera que al aumentar la muestra en la fase final del estudio podamos obtener resultados con mayor potencia estadística, y dar seguimiento a la población incorporada, hasta los dos años de edad para poder comparar resultados.

## **XI. CONCLUSIONES**

- La puntuación de optimalidad de los movimientos generales en la etapa writhing estableció una adecuada predicción para la puntuación motora óptima en la etapa fidgety a través de una ecuación matemática que podría utilizarse con efectividad en estudios ulteriores.
- Una vez que se controla la influencia de las semanas de gestación y el bajo peso al nacer por sexo, la evaluación en etapa writhing inicial es el mejor predictor de la etapa fidgety al final.
- La puntuación de optimalidad de los movimientos generales de niños con pobre repertorio en la etapa writhing inferior a 18 puntos no estableció elementos de predicción para la ausencia de Fidgety en la población incorporada a la muestra.
- Se recomienda incrementar el tamaño de la muestra para consolidar los hallazgos encontrados en este estudio piloto y continuar con el seguimiento de la población estudiada hasta alcanzar la edad corregida de 2 años.

## **XII. LIMITACIONES**

Para esta fase piloto se encontraron limitaciones en la cantidad de población para la muestra actual, sin embargo, se pretende que en la fase final se pueda aumentar tanto la muestra como el seguimiento de los pacientes hasta los 2 años de vida.

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Fjørtoft, T., Grunewaldt, K. H., Løhaugen, G. C. C., Mørkved, S., Skranes, J., & Evensen, K. A. I. (2013). Assessment of motor behaviour in high-risk-infants at 3months predicts motor and cognitive outcomes in 10years old children. *Early Human Development*, 89(10), 787–793. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.06.007>
- 2.- Yuge, M., Marschik, P. B., Nakajima, Y., Yamori, Y., Kanda, T., Hirota, H., ... Einspieler, C. (2011). Movements and postures of infants aged 3 to 5months: To what extent is their optimality related to perinatal events and to the neurological outcome? *Early Human Development*, 87(3), 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2010.12.046>
- 3.- Butcher, P. R., van Braeckel, K., Bouma, A., Einspieler, C., Stremmelaar, E. F., & Bos, A. F. (2009). The quality of preterm infants' spontaneous movements: an early indicator of intelligence and behaviour at school age. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 50(8), 920–930. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02066.x>
- 4.- Bruggink, J. L. M., Cioni, G., Einspieler, C., Maathuis, C. G. B., Pascale, R., & Bos, A. F. (2009). Early motor repertoire is related to level of self-mobility in children with cerebral palsy at school age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(11), 878–885. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03294.x>
- 5.- Yang, H., Einspieler, C., Shi, W., Marschik, P. B., Wang, Y., Cao, Y., ... Shao, X. M. (2012). Cerebral palsy in children: Movements and postures during early infancy, dependent on preterm vs. full term birth. *Early Human Development*, 88(10), 837–843. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2012.06.004>
- 6.- Evaluación Diagnóstica del niño con parálisis cerebral en el tercer nivel de atención; México: Secretaría de Salud; 2009. <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html>.
- 7.- Hadders-Algra, M. (2018). Neural substrate and clinical significance of general movements: an update. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 60(1), 39–46. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13540>
- 8.- de Graaf-Peters, V. B., & Hadders-Algra, M. (2006). Ontogeny of the human central nervous system: What is happening when? *Early Human Development*, 82(4), 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.10.013>
- 9.- Yeh, K. K., Liu, W. Y., Wong, A. M. K., Chung, C. Y., Lien, R., & Chuang, Y. F. (2016). Intra-observer reliability of Prechtl's method for the qualitative assessment of general movements in Taiwanese infants. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1588–1594. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1588>

- 10.- Heineman, K. R., & Hadders-Algra, M. (2008). Evaluation of neuromotor function in infancy-a systematic review of available methods. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 29(4), 315–323. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e318182a4ea>
- 11.- Spittle, A. J., Doyle, L. W., & Boyd, R. N. (2008). A systematic review of the clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during the first year of life. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 50(4), 254–266. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02025.x>
- 12.- Valentin, T., Uhl, K., & Einspieler, C. (2005). The effectiveness of training in Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements. *Early Human Development*, 81(7), 623–627. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.04.003>
- 13.- Weis, R. (2004). Christa Einspieler Heinz F.R. Prechtl Arend F. Bos Fabrizio Ferrari Giovanni Cioni Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants Clinics in developmental medicine No. 167 2005 Cambridge University Press on behalf of Mac Keith Press [ISBN 1-898683-40-99, £30.00]. *European Journal of Paediatric Neurology*, 10(2), 101–102. Retrieved from <http://10.0.3.248/j.ejpn.2005.12.003>
- 14.- Ferrari, F., Cioni, G., & Prechtl, H. F. R. (1990). Qualitative changes of general movements in preterm infants with brain lesions. *Early Human Development*, 23(3), 193–231. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(90\)90013-9](https://doi.org/10.1016/0378-3782(90)90013-9)
- 15.- Ustad, T., Evensen, K. A. I., Bertonecelli, N., Frassoldati, R., & Ferrari, F. (2017). Validity of the General Movement Optimality List in Infants Born Preterm. *Pediatric Physical Therapy*, 29(4), 315–320. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000445>
- 16.- Einspieler, C., Marschik, P. B., Pansy, J., Scheuchenegger, A., Krieber, M., Yang, H., ... Bos, A. F. (2016). The general movement optimality score: A detailed assessment of general movements during preterm and term age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 58(4), 361–368. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12923>
- 17.- Ritterband-Rosenbaum, A., Herskind, A., Li, X., Willerslev-Olsen, M., Olsen, M. D., Farmer, S. F., & Nielsen, J. B. (2017). A critical period of corticomuscular and EMG–EMG coherence detection in healthy infants aged 9–25 weeks. *Journal of Physiology*, 595(8), 2699–2713. <https://doi.org/10.1113/JP273090>
- 18.- Weis, R. (2008). Christa Einspieler Heinz F.R. Prechtl Arend F. Bos Fabrizio Ferrari Giovanni Cioni Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants Clinics in developmental medicine No. 167 2005 Cambridge University Press on behalf of Mac Keith Press [ISBN 9781898683742]. *European Journal of Paediatric Neurology*, 10(2), 101–102. Retrieved from <http://10.0.3.248/j.ejpn.2005.12.003>

19. Peyton, C., & Einspieler, C. (2018). General movements: A behavioral biomarker of later motor and cognitive dysfunction in NICU graduates. *Pediatric Annals*, 47(4), e159–e164. <https://doi.org/10.3928/19382359-20180325-01>
20. Einspieler, C., Marschik, P. B., Pansy, J., Scheuchenegger, A., Kriebler, M., Yang, H., ... Bos, A. F. (2016). The general movement optimality score: A detailed assessment of general movements during preterm and term age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 58(4), 361–368. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12923>
21. Einspieler, C., & Prechtl, H. F. R. (2005). Prechtl's assessment of general movements: A diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 11(1), 61–67. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20051>
22. Beccaria, E., Martino, M., Briatore, E., Podestà, B., Pomerio, G., Micciolo, R., ... Calzolari, S. (2012). Poor repertoire General Movements predict some aspects of development outcome at 2years in very preterm infants. *Early Human Development*, 88(6), 393–396. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2011.10.002>
23. Adde, L., Rygg, M., Lossius, K., Øberg, G. K., & Støen, R. (2007). General movement assessment: Predicting cerebral palsy in clinical practise. *Early Human Development*, 83(1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.03.005>
24. Burger, M., & Louw, Q. A. (2009). The predictive validity of general movements - A systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(5), 408–420. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2008.09.004>
25. Skiöld, B., Eriksson, C., Eliasson, A. C., Ådén, U., & Vollmer, B. (2013). General movements and magnetic resonance imaging in the prediction of neuromotor outcome in children born extremely preterm. *Early Human Development*, 89(7), 467–472. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.03.014>
26. Brogna, C., Romeo, D. M., Cervesi, C., Scrofani, L., Romeo, M. G., Mercuri, E., & Guzzetta, A. (2013). Prognostic value of the qualitative assessments of general movements in late-preterm infants. *Early Human Development*, 89(12), 1063–1066. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.08.008>
27. Xie, K., Zheng, H., Li, H., Zhang, C., Li, H., Jin, H., & Ma, B. (2016). The study of effect for general movements assessment in the diagnosis of neurological development disorders: A meta-analysis. *Clinical Pediatrics*, 55(1), 36–43. <https://doi.org/10.1177/0009922815592878>
28. Cioni, G., Prechtl, H. F. R., Ferrari, F., Paolicelli, P. B., Einspieler, C., & Roversi, M. F. (1997). Which better predicts later outcome in fullterm infants: Quality of general movements or neurological examination? *Early Human Development*, 50(1), 71–85. [https://doi.org/10.1016/S0378-3782\(97\)00094-7](https://doi.org/10.1016/S0378-3782(97)00094-7)

29. Ferrari, F., Cioni, G., Einspieler, C., Roversi, M. F., Bos, A. F., Paolicelli, P. B., ... Prechtl, H. F. R. (2002). Cramped synchronized general movements in preterm infants as an early marker for cerebral palsy. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 156(5), 460–467. <https://doi.org/10.1001/archpedi.156.5.460>
  
30. Nakajima, Y., Einspieler, C., Marschik, P. B., Bos, A. F., & Prechtl, H. F. R. (2006). Does a detailed assessment of poor repertoire general movements help to identify those infants who will develop normally? *Early Human Development*, 82(1), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.07.010>
  
31. Prechtl, H. F. R., Einspieler, C., Cioni, G., Bos, A. F., Ferrari, F., & Sontheimer, D. (1997). An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *Lancet*, 349(9062), 1361–1363. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)10182-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)10182-3)
  
32. Sharp, M., Coenen, A., & Amery, N. (2018). Early Human Development General movement assessment and motor optimality score in extremely preterm infants. *Early Human Development*, 124(August), 38–41. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.08.006>
  
33. Velde, A., Morgan, C., Novak, I., Tantsis, E., & Badawi, N. (n.d.). *Early Diagnosis and Classification of Cerebral Palsy : An Historical Perspective and Barriers to an Early Diagnosis*. 1–13.
  
34. Einspieler, Bos, Kriebler-Tomantschger, Alvarado, Barbosa, Bertocelli, ... Marschik. (2019). Cerebral Palsy: Early Markers of Clinical Phenotype and Functional Outcome. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1616. <https://doi.org/10.3390/jcm8101616>

## XIV. ANEXOS

### Anexo 1:



INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
“Luis Guillermo Ibarra Ibarra”



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

*Carta de Consentimiento Informado para participar en el protocolo de investigación:*

#### **“Evaluación de los Movimientos Generales de Prechtl en la trayectoria del desarrollo Individual de niños con riesgo neurológico. Estudio multicéntrico.”**

Por el presente escrito, comunico que se me ha informado de la participación de mi hijo(a) de manera voluntaria en esta investigación médica y en caso de no desear participar en la misma, ello no perjudicará de ninguna manera en la calidad de atención que reciba mi hijo(a) en el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” / Centro Médico Naval.

Se me ha explicado que el Doctor Ernesto Javier Aguilar Sánchez, me entregará al inicio de la investigación médica la carta de consentimiento informado la cual podré llevar a mi casa y platicarla con mis familiares, y en caso de tener alguna duda el Doctor antes mencionado me las aclarará de manera detallada, una vez aceptado la participación de mi hijo(a) en la investigación médica, firmaré la carta de consentimiento informado.

- Entiendo que mi hijo ha presentado factores que ponen en riesgo su estado neurológico, y que pueden contribuir a manifestar alteraciones en su desarrollo psicomotriz a largo plazo, por lo que su evaluación temprana puede apoyar al diagnóstico y tratamiento oportuno para mejorar su calidad de vida a mediano y largo plazo.
- Se justifica que se desarrolle esta investigación médica principalmente por la alta prevalencia de la Parálisis Cerebral y otras alteraciones neurológicas que pueden tener su origen en el periodo pre, peri y posnatal, siendo necesario un método de diagnóstico no invasivo, sencillo y temprano, ya que se ha comprobado que los pacientes con alteraciones en el neurodesarrollo se benefician de un diagnóstico temprano, evitando complicaciones neurológicas futuras; de igual forma, se estimula la investigación científica sobre estas alteraciones, con el objetivo de favorecer la integración del niño en la familia, la escuela, la comunidad y evitar futuros costos médicos, sociales y emocionales.
- El objetivo del estudio es identificar la presencia de movimientos espontáneos en dos periodos antes de concluir el primer año de vida que a través de un breve registro del video permitirá a los investigadores establecer elementos de pronóstico de desarrollo motor en el futuro de mi hijo.
- Se me ha explicado que el objetivo de hacer un diagnóstico temprano es para poder intervenir de igual forma en un tratamiento rehabilitatorio, el cual consiste en la realización de un programa de atención multidisciplinaria (terapia física, terapia ocupacional, terapia del lenguaje, psicología, neuropediatría, etc...), diseñado y planeado por un médico especialista en rehabilitación, teniendo en cuenta que no existe

un tratamiento estándar, por lo que es necesario individualizar el mismo, con el objetivo de disminuir las complicaciones a futuro que mi hijo pueda tener, beneficio que se busca en esta investigación médica, mismo que se encuentra disponible en las instituciones de atención médica donde se llevará a cabo dicha investigación.

Se me ha informado que mi hijo (a) es candidato(a) para participar en la investigación médica mencionada que consiste en la realización de un registro en video de 3 minutos antes de las 5 semanas de edad corregida y posteriormente entre los 3 y 5 meses de vida, como parte de la rutina de consulta externa, para lo cual se requiere la presencia del paciente con uso único del pañal, acostado en la mesa de exploración sobre una cobija o sábana (del paciente) sin figuras que llamen la atención, en estado de despierto y sin llanto, por lo que se recomienda acudir previamente alimentado; el cual se realizara en las siguientes áreas médicas:

- Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra: área de consulta externa del servicio de Rehabilitación Pediátrica (consultorio 47 y 48)
- Centro Médico Naval: área de consulta externa del servicio de Medicina Física y Rehabilitación, consultorios de Rehabilitación.

Estos registros de video serán interpretados y analizados por especialistas previamente entrenados, permitiendo establecer elementos de pronóstico de mi hijo con relación a su desarrollo neurológico a futuro.

Se me ha comunicado que recibiré información actualizada sobre las evaluaciones realizadas a mi hijo(a) y se me explicará las implicaciones que pudieran tener en el desarrollo neurológico de mi familiar. Que en cualquier momento mi hijo (a) puede abandonar el estudio ya que su participación es voluntaria sin perder los derechos como paciente del INR-LGII/CEMENA V y sin que, con ello, se creen prejuicios para continuar con su cuidado y tratamiento.

Se me ha aclarado que mi hijo(a) debe ser registrado en video en los dos periodos de edad antes mencionados, esto para poder seguir incluido en el proyecto y en caso de no cumplirlo, no se considerará parte de la investigación médica y no se le podrán otorgar los resultados de su evaluación.

Manifiesto que se me ha explicado que en el proceso de registro en video mi hijo no corre riesgos a su salud, ya que no se hace ningún tipo de intervención, y que, en caso de sufrir daño directamente relacionado al procedimiento de la investigación, el participante será indemnizado por parte del INR - LGII.

Mi médico ha contestado de forma satisfactoria a mis preguntas e inquietudes, en relación con el registro en video y su evaluación, sus beneficios y otros asuntos relacionados con esta investigación, entiendo que tendré la oportunidad de esclarecer cualquier duda, pregunta o aclaración sobre a condición de mi hijo (a) durante y al terminar esta investigación médica.

Se me ha comunicado que la participación de mi hijo(a) es ANÓNIMA y CONFIDENCIAL y que todos los datos serán utilizados exclusivamente para la investigación médica, que también el material electrónico y visual que se tomará en caso necesario será utilizado sólo para propósitos científicos y de enseñanza, siempre conservando la confidencialidad, por lo que acepto que no habrá remuneración alguna por la participación de mi hijo(a) en la

investigación médica. De igual manera se me ha informado que al inicio de esta, se elaborarán dos documentos originales de la carta de consentimiento informado y se me entregará una copia original.

Se me ha aclarado que en caso de que existieran gastos adicionales durante el estudio estos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación, siendo estos exclusivamente derivados de la misma.

Estoy enterado(a) también que en cualquier situación que se presente durante la investigación el médico tratante a cargo es el Dr. Carlos Publio Viñals Labañino y el Dr. Ernesto Javier Aguilar Sánchez.

Por el presente escrito, en el pleno uso de mis facultades y por mi libre decisión de conformidad, acepto que mi hijo(a) \_\_\_\_\_ forme parte de la investigación médica titulado:

**“Evaluación de los Movimientos Generales de PrechtI en la trayectoria del desarrollo Individual de niños con riesgo neurológico. Estudio piloto multicéntrico.”**

Ciudad de México a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del \_\_\_\_

**Paciente**

**Familiar y/o persona legalmente responsable.**

Nombre:

Nombre:

Expediente número:

Parentesco:

---

Firma

**Testigos:**

Nombre:

Nombre:

Parentesco:

Parentesco:

Dirección:

Dirección:

---

Firma

---

Firma

---

Dr. Carlos Viñals Labañino  
Investigador Responsable  
CP 4273040

## Anexo 2

### 4.1 HOJA DE EVALUACIÓN MOS

#### Assessment of Motor Repertoire - 3 to 5 Months Christa Einspieler and Arie Bos, the GM Trust 2000

Ref: Einspieler C, Prechtl HFR, Bos AF, Ferrari F, Cioni G. Prechtl's Method of the Qualitative Assessment of General Movements in Preterm, Term and Young Infants. Clin Dev Med 167. London: MacKeith Press 2004, page 26.



Name: .....

born: ..... PMA: ..... BW: .....

Recording Date: ..... Age: .....

#### Observed movement patterns:

Number (excl.fidgety mov.)

normal  abnormal

#### N A fidgety movements

N A swipes	N A hand-mouth contact	N A arching
N A wiggling-oscillating	N A hand-hand contact	N A rolling to side
N A kicking	N A fiddling / cloths, blanket	N A visual scanning
N A excitement bursts	N A reaching	N A hand regard
N A smiles	N A foot-foot contact	N A head anteflexion
N A mouth movements	A asym segm movements	A arm movements in circles
A tongue movements	N A legs lift	A absent leg movements
N A head rotation	N A hand-knee contact	A _____

#### Observed postural patterns:

normal  abnormal

N A head in midline (20 °)	N A variable finger postures	A hyperextension of the neck
N A symmetrical	A predominant fisting	A hyperextension of trunk
N A spontaneous ATNR absent or could be overcome	A finger spreading	A extended arms / on / above surface
A body and limbs 'flat' on surface	A few finger postures	A extended legs
	A synchronised opening and closing	A _____

#### Movement character (global score):

N smooth and fluent	A stiff	A predominantly slow speed
A jerky	A cramped-synchronized	A predominantly fast speed
A monotonous	A _____	A predominantly large ampl.
A tremulous		A predominantly small ampl.

#### Motor Optimality List:

1.	Fidgety Movements	normal	<input type="checkbox"/>	12
		abnormal	<input type="checkbox"/>	4
		absent / sporadic	<input type="checkbox"/>	1
	± + ++ * **			
2.	Repertoire of co-existent other movements	age-adequate	<input type="checkbox"/>	4
		reduced	<input type="checkbox"/>	2
		absent	<input type="checkbox"/>	1
3.	Quality of other movements	N > A	<input type="checkbox"/>	4
		N = A	<input type="checkbox"/>	2
		N < A	<input type="checkbox"/>	1
4.	Posture	N > A	<input type="checkbox"/>	4
		N = A	<input type="checkbox"/>	2
		N < A	<input type="checkbox"/>	1
5.	Movement character	smooth and fluent	<input type="checkbox"/>	4
		abnormal but not CS	<input type="checkbox"/>	2
		cramped-synchronized	<input type="checkbox"/>	1

#### Motor Optimality Score:

from 28 to 5

**Anexo 3**

**HOJA DE EVALUACION GMOS**

Detailed Assessment of General Movements (GMs)  
During Preterm and Term Age



<b>Name</b>	<b>Date of Birth</b>
<b>Recording Date</b>	<b>Postmenstrual Age</b> weeks
<b>Behavioural State (Coincidence)</b>	<input type="checkbox"/> State 2 (Active Sleep) <input type="checkbox"/> State 4 (Active Wakefulness)

Global Assessment	<input type="checkbox"/> Normal	Sequence	<input type="checkbox"/> 2 variable
	<input type="checkbox"/> Poor Repertoire		<input type="checkbox"/> 1 monotonous and/or broken
<input type="checkbox"/> Cramped-Synchronised	<input type="checkbox"/> 0 synchronised		
<input type="checkbox"/> Hypokinetic	<input type="checkbox"/> Chaotic		<input type="checkbox"/> 0 disorganised

Detailed Scoring

	Neck	Trunk
	<input type="checkbox"/> 2 <b>involved in the sequence</b> <input type="checkbox"/> 1 hardly or not involved	<input type="checkbox"/> 2 <b>fluent and elegant rotations</b> <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
	Upper Extremities	Lower Extremities
<b>Amplitude</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>variable, full range</b> <input type="checkbox"/> 1 predominantly small range <input type="checkbox"/> 1 predominantly large range <input type="checkbox"/> 1 neither small nor large but monotonous	<input type="checkbox"/> 2 <b>variable, full range</b> <input type="checkbox"/> 1 predominantly small range <input type="checkbox"/> 1 predominantly large range <input type="checkbox"/> 1 neither small nor large but monotonous
<b>Speed</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>variable</b> <input type="checkbox"/> 1 monotonously slow <input type="checkbox"/> 1 monotonously fast <input type="checkbox"/> 1 neither slow nor fast but monotonous	<input type="checkbox"/> 2 <b>variable</b> <input type="checkbox"/> 1 monotonously slow <input type="checkbox"/> 1 monotonously fast <input type="checkbox"/> 1 neither slow nor fast but monotonous
<b>Spatial range</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>full space variably used</b> <input type="checkbox"/> 1 limited space <input type="checkbox"/> 0 in one plane only	<input type="checkbox"/> 2 <b>full space variably used</b> <input type="checkbox"/> 1 limited space <input type="checkbox"/> 0 lifted-released
<b>Proximal rotatory components</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>present, fluent and elegant</b> <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations	<input type="checkbox"/> 2 <b>present, fluent and elegant</b> <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
<b>Distal rotatory components</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>present, fluent and elegant</b> <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations	<input type="checkbox"/> 2 <b>present, fluent and elegant</b> <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
<b>Onset</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>smooth and fluctuating</b> <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly abrupt	<input type="checkbox"/> 2 <b>smooth and fluctuating</b> <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly abrupt
<b>Offset</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>smooth and fluctuating</b> <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly sudden release	<input type="checkbox"/> 2 <b>smooth and fluctuating</b> <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly sudden release
<b>Tremulous movements</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>absent</b> <input type="checkbox"/> 1 unilaterally present <input type="checkbox"/> 0 bilaterally present	<input type="checkbox"/> 2 <b>absent</b> <input type="checkbox"/> 1 unilaterally present <input type="checkbox"/> 0 bilaterally present
<b>Cramped components</b>	<input type="checkbox"/> 2 <b>absent</b> <input type="checkbox"/> 1 occasionally present <input type="checkbox"/> 0 predominantly present	<input type="checkbox"/> 2 <b>absent</b> <input type="checkbox"/> 1 occasionally present <input type="checkbox"/> 0 predominantly present

<b>Optimality subscores</b>	Upper extremities (max 18)	<input type="text"/>	Lower extremities (max 18)	<input type="text"/>
	Neck and Trunk (max 4)	<input type="text"/>	Sequence (max 2)	<input type="text"/>
<b>GM Optimality Score (max. 42)</b> <input type="text"/>				

## Anexo 4 HOJA DE TRAYECTORI

### Prechtl's Method on General Movement Assessment – Individual Developmental Trajectory

Name: \_\_\_\_\_

Date of birth: \_\_\_\_\_ Gestational age at birth: \_\_\_\_\_ weeks postmenstrual age.

Date of Birth																																					
Date of Time																																					
F-																																					
AF																																					
CS																																					
Ch																																					
PR																																					
H																																					
N																																					
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	weeks postmenstrual age															weeks postterm age																					
																Writhing Movements																					
																FMs + or +/-								FMs ++ or + or +/-													

**N**, normal age-specific GMs; **FMs**, fidgety movements; **H**, hypokinesia (no GMs during the recording); **PR**, poor repertoire of GMs; **Ch**, chaotic GMs; **CS**, cramped-synchronised GMs; **AF**, abnormal fidgety movements; **F-**, absence of fidgety movements.

Ref.: Einspieler C, Prechtl HFR, Bos AF, Ferrari F, Cloni G. Prechtl's Method on the Qualitative Assessment of General Movements in Preterm, Term and Young Infants. Clin Dev Med 167. London: Mac Keith Press 2004, page 24