

# **TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

## **MÁSTER FISIOTERAPIA Y DISCAPACIDAD**



**UNIVERSIDAD  
DE ALMERÍA**

**Efectos de la terapia vibratoria en la marcha de niños con Parálisis Cerebral Infantil Dipéjica. Serie de casos.**

**Effects of vibration therapy on gait in children with infantile diplegic cerebral palsy. Case series.**

**AUTOR**

**D.<sup>a</sup> Daniela Contreras Moreno**

**DIRECTOR**

**Prof.<sup>a</sup> María Del Mar Sánchez Joya**



**Facultad de  
Ciencias de la Salud**  
Universidad de Almería

**Curso Académico**

2021/2022

**Convocatoria**

Julio

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>2. INTRODUCCION</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 DEFINICIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 PREVALENCIA E INCIDENCIA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4 DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.5 TRATAMIENTO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.6 WHOLE-BODY VIBRATION (WBV) EN PC</b> .....	<b>13</b>
<b>2.7 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1. Diseño</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2. Consideraciones éticas:</b> .....	<b>15</b>
<b>4.3. Sujetos</b> .....	<b>16</b>
<b>4.4 Criterios de selección</b> .....	<b>16</b>
<b>Criterios de inclusión:</b> .....	<b>16</b>
<b>4.5 VALORACIÓN CLÍNICA DE LA MARCHA EN CADA SUJETO</b> .....	<b>18</b>
<b>4.6 PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>20</b>
<b>4.7 Evaluación</b> .....	<b>23</b>
<b>4.8 Instrumentos de medida</b> .....	<b>24</b>
<b>4.9 Variables</b> .....	<b>24</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1 RESULTADOS INTRASUJETO DE LA VALORACIÓN CLÍNICA MARCHA.</b> .....	<b>31</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>33</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>37</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>38</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## 1. RESUMEN

**Resumen:** La Parálisis Cerebral Infantil (PCI), en su distribución dipléjica es una afectación sensoriomotora bilateral, en la cual, los miembros inferiores están más afectados que los superiores. Es la presentación más común de PC (40%) y se pueden encontrar dos formas, espástica y atáxica. En cuanto a la primera clasificación, el signo más sobresaliente es el aumento del tono muscular en las extremidades inferiores, con presencia de hiperreflexia generalizada, con otros signos piramidales y desarrollo de rigideces en las articulaciones.<sup>9,15</sup>

Entre los nuevos métodos utilizados en terapia física encontramos el entrenamiento con vibraciones, siendo un método de terapia y entrenamiento aceptado para mejorar la salud y el rendimiento en el cuerpo de los pacientes. Whole-body Vibration (WBV) expone a los pacientes a un movimiento oscilatorio realizando una inestabilidad a nivel articular, a la que el cuerpo debe reaccionar<sup>37,39</sup>.

**Objetivo:** El objetivo general de este estudio es demostrar los efectos de la terapia vibratoria en la función motora en una serie de niños con PCI dipléjica. Otros objetivos son mostrar los efectos de la terapia vibratoria en la marcha de los niños en estudio, tanto en forma observacional, como en otros valores de referencia, como la velocidad.

**Material y Métodos:** Se realizó una serie de casos de tipo observacional, prospectivo y descriptivo, que tuvo una valoración previa y una posterior al tratamiento. Se aplicó un protocolo de terapia vibratoria en todo el cuerpo, en un grupo de pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral dipléjica.

**Resultados:** Los resultados de comparación pre y post de la GMFM con los datos de los 6 sujetos, muestran una diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0.048$ ) en bipedestación. En el análisis pre- post y el estudio clínico de la marcha, si se han encontrado mejoras caminar, saltar y correr dentro de esta escala obteniendo una mejoría del sujeto tres de +10.17 y una mejoría menor del sujeto cuatro de +4.17.

**Conclusión:** Se obtuvieron efectos de mejoras en la función motora, sobre todo con respecto a la bipedestación, estudiada. La aplicación de la terapia vibratoria parece que ha sido beneficiosa en cada sujeto, en casi todas las variables estudiadas de la marcha y equilibrio funcional.

**Palabras Clave:** Parálisis Cerebral, Diplejía, Terapia Vibratoria

## ***ABSTRACT***

Abstract: Infantile cerebral palsy (CP), in its diplegic distribution, is a bilateral sensorimotor involvement, in which the lower limbs are more affected than the upper limbs. It is the most common presentation of CP (40%) and two forms can be found, spastic and ataxic. Regarding the first classification, the most prominent sign is increased muscle tone in the lower limbs, with presence of generalized hyperreflexia, with other pyramidal signs and development of joint stiffness. 9,15

Among the new methods used in physical therapy we find vibration training, being an accepted method of therapy and training to improve health and performance in the body of patients. Whole-body Vibration (WBV) exposes patients to an oscillatory movement, creating instability at the joint level, to which the body must react<sup>37,39</sup>.

Objective: The overall objective of this study is to demonstrate the effects of vibration therapy on motor function in a series of children with diplexic ICH. Other objectives are to show the effects of vibration therapy on gait in the children under study, both observationally and in other baseline values such as speed.

Material and Methods: An observational, prospective, and descriptive case series was carried out, with a pre-treatment and post-treatment assessment. A whole body vibration therapy protocol was applied in a group of patients diagnosed with diplexic cerebral palsy.

Results: The results of the pre and post comparison of the GMFM with the data of the 6 subjects show a statistically significant difference ( $p= 0.048$ ) in standing. In the pre-post analysis and the clinical study of gait, improvements in walking, jumping and running were found within this scale, with an improvement of +10.17 for subject three and a minor improvement of +4.17 for subject four.

Conclusion: The effects of improvements in motor function were obtained, especially with respect to the standing position studied. The application of vibration therapy seems to have been beneficial in each subject, in almost all the studied variables of gait and functional balance.

Key words: Cerebral Palsy, Diplegia, Vibration Therapy.

## **2. INTRODUCCION**

Como ya se sabe la parálisis cerebral (PC) es una de las discapacidades más difíciles y de mayor prevalencia, sobre todo con el mayor número de manifestaciones y enfermedades concomitantes que se puedan presentar, teniendo características únicas e irrepetibles en cada uno de los sujetos en los que se presenta.<sup>1,2,3</sup>

### ***2.1 DEFINICIÓN***

El síndrome de parálisis cerebral es un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura que, por consecuente, causan limitaciones en la actividad atribuidas a alteraciones no progresivas en el cerebro que ocurren en etapas tempranas del desarrollo. Se acompañan en su mayoría por trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos, visuales y/o epilepsia.<sup>3,4,5,6</sup>

Etiología y Fisiopatología de la PCI en Anexo I.

### ***2.2 PREVALENCIA E INCIDENCIA***

La incidencia mundial ha permanecido durante los últimos años presentándose alrededor de 2 a 2.5 casos por cada 1000 nacidos vivos sin cambios importantes en la población., a pesar de los cambios evidentes en la atención prenatal y perinatal. Sin embargo, en un país como México, los reportes de la secretaria de Salud publicados en los años 2000, muestran una incidencia de tres por cada 10.000 nacidos vivos. En comparación con España, la base de datos solo se centra en los tratamientos que conllevan la enfermedad y sus complicaciones<sup>13,14</sup>.

La reducción de la prevalencia de la parálisis cerebral neonatal debería ser posible mediante una adecuada nutrición, mediante control y prevención de infecciones y accidentes; así como con la influencia de la plasticidad cerebral <sup>35</sup>.

La mayoría de los niños con parálisis cerebral se convierten en adultos productivos, aunque su manejo requiere un enfoque de equipo multidisciplinario. A pesar de eso, las actividades motoras cuando son bebés pueden estar muy por debajo de los demás en comparación con un niño sano<sup>21,22</sup>. Mas del 25% de los niños con PC presentan diferentes problemas visuales y algunos estudios sitúan esta prevalencia en el 40%. El rango de discapacidad visual generalmente encontrado incluye retinopatía, ambliopía, errores de refracción, atrofia del nervio óptico e incluso discapacidad visual cerebral <sup>33</sup>.

### ***2.3 CLASIFICACIÓN***

Una de las clasificaciones en los niños con PC incluye diplejía, hemiplejía y cuadriplejía. Otra clasificación es en función de la naturaleza del movimiento: músculos con espasticidad, movimientos incontrolables disquinéticos y mala coordinación (ataxia), entre otros. La espasticidad es el trastorno del movimiento más común, y afecta aproximadamente al 80% de los niños con parálisis cerebral.

- **PCI (PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL) DIPLEJÍA ESPASTICA CONGÉNITA:**  
Afectación motora bilateral, frecuentemente con miembros inferiores más afectados que los superiores. Es la presentación más común de PC (40%) y se pueden encontrar dos formas, diplejía espástica y atáxica. En cuanto a la primera clasificación, el signo más sobresaliente es el aumento del tono muscular en las extremidades inferiores, teniendo como base una fase silente de seis a doce semanas con una hipotonía inicial, seguida de un

aumento del tono muscular que es el signo más sobresaliente, con presencia de hiperreflexia generalizada, con otros signos piramidales y desarrollo de rigideces en las articulaciones. Sin embargo, la Diplejía Atáxica a veces está principalmente asociada a un componente atáxico, representado por temblor e inestabilidad del tronco que impide la mayor parte del tiempo la bipedestación y la marcha <sup>9,15</sup>

- PCI hemiplejía espástica: Es la afectación motora unilateral de tipo espástico, debilidad unilateral distal y espasticidad, que se presenta con mayor frecuencia en varones, del lado derecho. El brazo parético presenta codo en flexión y pronación de la mano empuñada, haciéndose más evidente cuando el niño inicia el gateo y la marcha <sup>15,16</sup>.
- PCI Cuadriplejía Espástica: Caracterizada por espasticidad bilateral que predomina en miembros superiores y afectación de la musculatura bulbar, disfunciones del habla y alteraciones perceptivo-sensoriales. Las aspiraciones pulmonares son muy frecuentes <sup>16,17</sup>.
- PCI disquinética o atetósica: Presenta apertura bucal, hipotonía general con hiperreflexia, movimientos involuntarios de los miembros, trastorno buco-faríngeo-laríngeo, movimientos involuntarios, incapacidad de organizar y ejecutar movimientos propositivos, por medio de la coordinación <sup>16,17,19</sup>.
- PCI atáxica congénita: También llamada ataxia cerebelosa, puede no empezar hasta después del primer o segundo año de vida. Generalmente la hipotonía se muestra en la etapa de lactancia con retraso madurativo motor, presentando ataxia, temblor intencional y una evidente hipotonía muscular <sup>15,17,20</sup>.

- PCI mixta: Presentando signos espásticos, atetósicos y/o atáxicos, sus patrones de afectación motora son consecuencia del alto compromiso de amplias zonas encefálicas, con secuelas evidentes de los ganglios basales, corteza y región subcortical <sup>15,16,17,18</sup>.
- PCI hipotonía congénita: Presenta hipotonicidad y debilidad en las piernas, suele asociarse a un retraso en los logros del desarrollo y en la existencia de reflejos tendinosos profundos, signo de Förester, de manera que cuando se sujetan por debajo de los brazos inmediatamente flexionan ambas piernas por las cadera<sup>15,18,20</sup>:

## ***2.4 DIAGNÓSTICO***

Anteriormente el diagnóstico de PC se hacía entre los 12 y los 24 meses de edad, cuando había hallazgos clínicos de alteración del movimiento, la postura o el equilibrio; como son, manos en puño, piernas rígidas, no conseguir sentarse por sí solo, no realizar ningún desplazamiento, usar una sola mano, giro hacia sólo un lado de la cara y evidencia de deterioro permanente y no progresivo. La ecografía perinatal y la resonancia magnética (RM), están indicadas para delinear la extensión de las lesiones cerebrales e identificar malformaciones cerebrales congénitas <sup>9,21,22</sup>. Se deben identificar los signos clínicos que puedan indicar un trastorno motor, como lo es el retardo en el desarrollo motor, trastorno del tono, hipotonía persistente de los reflejos primitivos y retardo en la aparición de los reflejos posturales<sup>9,45</sup>.

Actualmente el diagnóstico temprano de la PC también se apoya en las observaciones de los padres<sup>23</sup>.

Una vez que ya se tenga la confirmación del diagnóstico de PC se puede utilizar un instrumento como el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) para clasificarla según niveles de gravedad<sup>24</sup>. La GMFCS tiene en cuenta la edad del niño (hasta 18 años), con el grado de autonomía para el desplazamiento. Realiza la clasificación en cinco niveles. El nivel I nos indica

pocas limitaciones por ejemplo, al desplazarse camina sin limitaciones; mientras que el nivel V indica limitaciones severas requiriendo una silla de ruedas que propulsa otra persona <sup>7</sup>.

## ***2.5 TRATAMIENTO***

El manejo clínico con los niños que presentan un cuadro clínico de PC esta siempre dirigido a facilitar la participación en las actividades y minimizar los efectos de los factores que puedan afectar. Actualmente no existe una cura para este problema de salud tan importante, pero se han logrado resultados tanto en prevención como en la mejora de las consecuencias de la lesión cerebral <sup>25</sup>. En medicina, la utilización de inyecciones de toxina botulínica ayuda en la mayoría de los casos a mejorar la función motora en los pacientes que se adecuan a este tratamiento<sup>26,27</sup>. La Toxina Botulínica (TB) o Neurotoxina producida por el *clostridium borulinum*, diferenciándose siete serotipos que actúan directamente en la unión neuromuscular. La toxina de tipo A (TBA) es una de las más utilizadas en la clínica. La TB ejerce su acción sobre la unión neuromuscular impidiendo la liberación de acetilcolina y provocando, según las dosis aplicadas, paresia o parálisis en los músculos infiltrados. Tiene como objetivos funcionales la mejora en la sedestación, marcha o manipulación y de igual forma, funciona de forma paliativa ayudando a la disminución del dolor y espasmos musculares, según el grado de afectación que presente el paciente. El efecto es reversible con la recuperación del tono muscular en un lapso de tres a seis meses<sup>15,19,20,34</sup>.

Los estudios han demostrado que las terapias físicas y ocupacionales ayudan a mejorar la marcha y por consecuencia, la función motora; sin embargo, hay pocos datos que respalden estas modalidades terapéuticas sobre todo orientadas a la intensidad y frecuencia o duraciones de los

tratamientos. Pero es muy cierto que se recomienda las terapias físicas y ocupacionales tan pronto como se tenga el diagnóstico de PC, teniendo como propósito el desarrollo de la capacidad para realizar actividades diarias<sup>28</sup>. Son muy importantes las ortesis y los sistemas de adaptación y de movilidad. En muchos de los casos son esenciales para mantener y mejorar la postura y los movimientos.<sup>9,15,20</sup>.

Las terapias utilizadas en el área de fisioterapia en problemas de movimiento y equilibrio en niños con PC tienen diferentes enfoques para las necesidades de los pacientes, incluyendo estiramientos, masajes, ejercicios de fortalecimiento, uso de cintas de correr y entrenamiento de resistencia. El Concepto Bobath se utiliza bastante en Europa, por medio del análisis del movimiento funcional y el control postural.<sup>9,15,20,36</sup>.

Otras terapias que utilizan medios físicos:

- Terapia acuática . Es uno de los métodos más utilizados en fisioterapia debido a que ayuda a disminuir la espasticidad y a desarrollar la tolerancia a los estimuladores multisensoriales, aumentando la circulación por efecto de la presión hidrostática<sup>28</sup>.
- Estimulación eléctrica. En este procedimiento hay dos principales corrientes utilizadas para el tratamiento de niños con parálisis cerebral. Una de ellas es la Estimulación Eléctrica Muscular (NMES) que consiste en la aplicación de una corriente eléctrica intensa para provocar una contracción muscular efectiva. Se utiliza con el fin de aumentar la fuerza, el movimiento articular normal, el control motor y la co-contracción y de igual forma disminuir temporalmente la espasticidad. Se evidencia muchas veces que se utiliza NMES para generar relajación en los músculos antagonistas del músculo espástico<sup>29,30</sup>. Por otro lado la estimulación eléctrica funcional (FES) produce estímulos en nervio y el músculo para producir el movimiento articular. Se puede utilizar para aumentar la repetición del movimiento de manera subyacente durante una tarea específica pudiendo así desarrollar un

control motor y disminuir la espasticidad de pacientes hemiparéticos, aumentando la entrada aferente y activando la plasticidad neuronal<sup>9,31,32</sup>. Por tanto, ambas corrientes tienen un fin en común que es mejorar el movimiento y disminuir la espasticidad.

## ***2. 6 WHOLE-BODY VIBRATION (WBV) EN PC***

Entre los nuevos métodos utilizados en terapia física encontramos el entrenamiento con vibraciones, siendo un método de terapia y entrenamiento aceptado para mejorar la salud y el rendimiento en el cuerpo de los pacientes. Whole-body Vibration (WBV) expone a los pacientes a un movimiento oscilatorio realizando una inestabilidad a nivel articular, a la que el cuerpo debe reaccionar<sup>37,39</sup>.

Actualmente la investigación se ha centrado en la aplicación y beneficios principales de la WBV como terapia en la neuro-rehabilitación ampliando su uso a grupos de niños y adolescentes con PC como se describe en varios artículos<sup>39,41,43</sup>. Se aprovecha la neuroplasticidad cerebral y el entrenamiento, para alcanzar una mayor eficacia<sup>41,42,43</sup>.

Hasta la fecha se están buscando más pruebas científicas sobre los posibles efectos beneficiosos de la WBV en la espasticidad en niños con parálisis cerebral ya que solo se ha informado en los diversos estudios los parámetros funcionales de control de movimiento<sup>43</sup>.

Se cuantifica la frecuencia de la vibración que se produce por segundo en hercios (Hz). El tiempo que pasa el paciente en la plataforma también puede influir en la intensidad del ejercicio. La vibración puede provocar adaptaciones agudas, es decir, las mejoras en los parámetros relacionados con la marcha y la movilidad de las articulaciones acompañadas con la disminución de la

espasticidad<sup>42,43</sup>; y adaptaciones crónicas, que ayudan a promover el acondicionamiento muscular y neuronal<sup>38,39</sup>. Las adaptaciones a largo plazo incluyen mejoras en la fuerza, funcionamiento motor grueso y equilibrio<sup>42</sup>.

## ***2.7 JUSTIFICACIÓN***

Se presentó la oportunidad de realizar un trabajo con un procedimiento novedoso a aplicar en niños con PCI, partiendo del proyecto UAL transfere con el centro Interactúa, titulado: “Actualización y promoción de la salud en niños/as con patología neurológica que afecta al tono muscular y la movilidad”. Se trataba de poder observar los beneficios que ofrece la Vibroterapia en la condición motora de estos niños.

También ha sido interesante realizar esta investigación porque la mayoría de los estudios que encontramos sobre este tipo de terapia hacían un énfasis en la importancia de seguir investigando y observando los resultados que se obtienen durante los tratamientos aplicados en las diferentes poblaciones, insistiendo en que esta terapia sea complemento o parte del tratamiento, ayudando así a una mejora eficaz de la movilidad en estos pacientes.

### **3. OBJETIVOS**

El objetivo general de este estudio es demostrar los efectos de la terapia vibratoria en la función motora en niños con PCI de tipo diplejía.

#### **Como objetivos específicos:**

- Valorar los efectos de la terapia vibratoria en la marcha de los niños en estudio, tanto en forma observacional, como en los valores de referencia para la velocidad.
- Valorar el equilibrio funcional en los niños en estudio.

### **4. METODOLOGIA**

#### ***4.1. Diseño***

Se realizó una serie de casos de tipo observacional, prospectivo y descriptivo, que tuvo una valoración previa y una posterior al tratamiento. Se aplicó un protocolo de terapia vibratoria en todo el cuerpo, en un grupo de pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral dipléjica.

#### ***4.2. Consideraciones éticas:***

Esta investigación forma parte del contrato entre la Universidad de Almería y el Centro Interactúa dentro del proyecto UAL Transfiere 21.

El estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad de Almería (UALBIO2022/009), atendiendo a los criterios éticos definidos en la declaración de Helsinki

(modificación del 2008) en proyectos de investigación y con legislación nacional sobre ensayos clínicos (Ley 223/2004, de 6 de febrero) y Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y al REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

### ***4.3. Sujetos***

La selección de la muestra se realizó con pacientes que acudían al centro Interactúa de Almería, a sesiones de fisioterapia con enfoque del neurodesarrollo y también mediante una convocatoria abierta a la comunidad de Almería, mediante redes sociales.

### ***4.4 Criterios de selección***

#### ***Criterios de inclusión:***

- Diagnóstico previo de trastorno neurológico del desarrollo: Parálisis Cerebral. (De acuerdo con DSM-V).
- Edades comprendidas entre 4 y 18 años.
- GMFCS I, II y III.
- Valorado y/o intervenido en o desde centros, Instituciones, etc. que colaboren con la Universidad de Almería o participen en ellos. Específicamente del Centro de Desarrollo Infantil y Atención Temprana “Interactúa”.

- El sujeto, padre / madre/ tutor/a legal de cada sujeto, previo a su inclusión en el estudio, ha de haber firmado el consentimiento informado para la participación de él mismo, o de su hijo/a en el mismo, dejando constancia de que éste podría ser abandonado si en algún momento ellos lo estiman oportuno y sin tener que justificarlo.

***Criterios de exclusión:***

- Diagnóstico previo de:
  - Epilepsia
  - Problemas graves de circulación sanguínea, operaciones recientes o prótesis.
  - Otras enfermedades graves
- Inicio de otro tipo de terapia diferente a la actual.

El total de la muestra se integró con 6 niños/as en edad pre y escolar, que fueron elegidos a través de un muestreo no probabilístico intencional y que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

Los datos necesarios se obtuvieron mediante la historia clínica y la anamnesis actual de cada participante, siendo facilitados por el centro y/o en colaboración con los padres, madres y/o tutores legales.

Los familiares y/o tutores legales de los participantes firmaron previamente al inicio del estudio un consentimiento informado (ANEXO II).

Sujetos	Edad	Sexo	Nivel	Ortesis
N= 6			GMFCS	
1	4	Niña	Nivel I	Plantilla
2	11	Niño	Nivel I	Plantilla
3	12	Niño	Nivel II	Plantilla
4	15	Niña	Nivel II	Plantilla
5	18	Niña	Nivel II	Plantilla
6	18	Niña	Nivel II	Plantilla

Tabla I. Características de los participantes.

#### ***4.5 VALORACIÓN CLÍNICA DE LA MARCHA EN CADA SUJETO***

A continuación, se hará una breve descripción de la valoración clínica de la marcha y características de los participantes descritos en la tabla I, que se realizó en la valoración inicial:

Sujeto 1: Niña de 4 años, que presenta un Nivel I en la escala GMFCS, realiza marcha diaria con plantillas en los zapatos. Se observa una pérdida de la aceleración de la marcha de manera que, pierde velocidad debido a que la zancada es muy corta, mantiene una marcha continua en puntillas que provoca un apoyo plantar deficiente y una evidente torsión de las EEII.

Sujeto 2: Niño de 11 años, que presenta un Nivel 1 en la escala GMFCS y realiza la marcha con plantillas. Al inicio de la marcha se alcanza a observar una marcha fluida, aunque realiza

compensación para mantener el equilibrio, fijando la pierna izquierda en extensión y rotación; mantiene una aceleración continua y no se observa disociación de MMSS y tronco.

Sujeto 3: Niño de 12 años, que presenta un Nivel II en la escala de GMFCS y realiza la marcha con plantillas. Se observa una presencia evidente de torsión tibial interna al dar los pasos, con longitud de zancada asimétrica. No hay presencia de disociación de MMSS y tronco.

Sujeto 4: Niña de 15 años con Nivel III en la escala de GMFCS, con pobre control postural y del equilibrio, tanto para mantenerse en bipedestación de manera independiente, como para pasar a sedente, necesitando un apoyo constante. Realiza la marcha con plantillas y presenta deficiencia en su coordinación. Durante la misma, el centro de gravedad del cuerpo va oscilando de un lado a otro con amplitud y tiene que realizar movimientos con los brazos y piernas sin compás, para evitar caídas; presenta una inclinación de tronco hacia el lado izquierdo que se acentúa a medida que aumenta la velocidad y se observa un evidente adelantamiento del tronco con anteversión de la pelvis. Respecto a las EEII, se observan las caderas en rotación externa y abducción; la extremidad inferior derecha, realiza una leve circunducción para avanzar, manteniéndose en flexión de cadera, no hay actividad muscular de las dorsiflexores de tobillo y presenta déficit en el contacto inicial de talón.

Sujeto 5: Niña de 18 años, que presenta un Nivel II en la escala GMFCS y que realiza marcha con plantillas. Durante la fase de aceleración se observa un desequilibrio evidente de todo el cuerpo, por lo cual los MMSS se abren, para poder tener un mejor balance; hay presencia evidente de flexión de rodillas debido a que están en varo durante la marcha; hay contacto de talón pero no de

ante pie y la mayoría de los pasos los realiza por medio de arrastre. El calcáneo izquierdo presenta un valgo significativo lo que hace que tengo menor estabilidad al dar el paso con este pie.

Sujeto 6: Niña de 18 años, que presenta un Nivel II en la escala GMFCS y realiza marcha con plantillas. Al inicio de la misma, presenta una postura en ante pulsión de tronco y cabeza, con rodillas que permanecen siempre en flexión por acortamiento en isquitibiales. Después de dar unos cuantos pasos, hace una pausa para tomar aire y descansar y después reinicia la marcha, pero esta vez con mayor velocidad. Realiza flexión de MMSS en toda la marcha, pudiendo estar cerca de su tronco o abiertos para poder mantener el equilibrio. Las rodillas permanecen en valgo al igual que los pies, de forma que pareciera que hicieran una inversión, manteniendo el pie izquierdo sobre ante pie y colocando el pie derecho en completo apoyo directo sin realizar ninguna fase. Al realizar la marcha y por la posición ya antes descrita, se observan choques de pies, lo que hace que aumente la inestabilidad e intente realizar una marcha rápida.

#### ***4.6 PROCEDIMIENTO***

##### **Protocolo de actuación**

El protocolo para esta investigación consistió en un periodo global de seis semanas, donde las dos primeras se utilizaron para el acondicionamiento de los sujetos en la plataforma.

Las sesiones de tratamiento tenían una duración global de 30 minutos. Se establecieron que fueran de 3x3 minutos (3 minutos de terapia vibratoria y 3 minutos de descanso) por cada ejercicio de posicionamiento, siendo cuatro los posicionamientos a trabajar, lo que sumó un total de 12 minutos efectivos de terapia<sup>42,44</sup>.

La frecuencia utilizada varió de 16-20 Hz., amplitud entre 1,5-3 Iniciando en la primera semana con 17-18 Hz, para luego ir progresando hasta los 20 Hz. Las sesiones se realizaron durante 3 veces por semana. Se permitieron hasta un máximo de 10 ausencias.

Según el grado de afectación y funcionalidad, se tuvo que adecuar de manera individual cada ejercicio a las particularidades de cada sujeto.

Los ejercicios fueron los siguientes:

	<p><b>1. Estiramiento de Isquiotibiales/Cadena Posterior;</b> Primer ejercicio a realizar durante la sesión. La posición de los pies en amplitud de 2 en el Galileo Home, rodillas en extensión y cadera flexionada, manos apoyadas sobre un banco, codos extendidos y hombros a la altura de las manos, está posición se mantenía durante 3 minutos.</p>
	<p><b>2. Flexión de cadera en bipedestación;</b> Pie en amplitud 0 , para evitar que la vibración llegue hasta el nivel de la cabeza y sea molesto para los niños. La pierna contraria se flexiona sobre un banco (cuña alta), esta posición se mantuvo durante 1.5 minutos, realizándose bilateralmente, los miembros superiores se encontraban libres o sobre las barras (dependiendo de la capacidad de cada niño), para ayudar con el equilibrio durante ejercicio sin ejercer fuerza sobre MMSS.</p>

	<p>3. <b>Extensión de cadera en bipedestación;</b> Al igual que el ejercicio anterior, la posición del miembro inferior sobre la plataforma en amplitud 0, se evita una hiperextensión de rodilla, dando estímulo táctil en la fosa poplítea., con la pierna contraria en extensión de cadera con apoyo sobre un balón, algún otro objeto o con el fisioterapeuta tirando de la EEII. Los MMSS se encontraban de igual forma libres o colocados sobre las barras y espalda recta, dependiendo de cada caso.</p>
	<p>4. <b>Sentadillas estáticas y dinámicas;</b> En este ejercicio se regresan los pies en la amplitud 2 en donde los niños que podían por sí solos realizaban la flexión de cadera y rodillas, se solicitaba que mantengan la espalda erguida, mirada al frente y que las rodillas no sobrepasen la punta de los pies, brazos en extensión, manteniendo la posición por algunos segundos y posteriormente regresaban al inicio haciendo que la actividad fuese dinámica, con algunos de los niños se realizaba a la vez una actividad de lanzamiento y recepción con balones. En el caso de los más pequeños se les asistía manteniendo la posición con tomada desde la cadera y miembros inferiores, evitando compensaciones.</p>

Tabla II: Descripción de las posiciones utilizadas durante el tratamiento.

En todo momento el fisioterapeuta corrige la posición de MMSS y MMII para evitar compensaciones y mantener una correcta alineación postural.

#### **Características descriptivas del Aparato Vibratorio utilizado: Galileo Home**

La terapia vibratoria se realizó con un Galileo Home (Novotech Medical, Pforzheim, Alemania).

- Rango de frecuencia: 5-30 Hz

- Amplitud: 0.-/+3,9 mm
- Dimensiones unidad de base (l/w/h): 605 x 355 x 110 mm
- Dimensiones del reposapiés (l/w): 470 x 270 mm.
- Peso del aparato: 32 kg
- Función oscilante: No



Imagen I. Galileo® Home Plus.

#### 4.7 Evaluación

Se realizaron dos mediciones, una al inicio del tratamiento y una evaluación tras finalizar el período de tratamiento establecido (Figura 1).

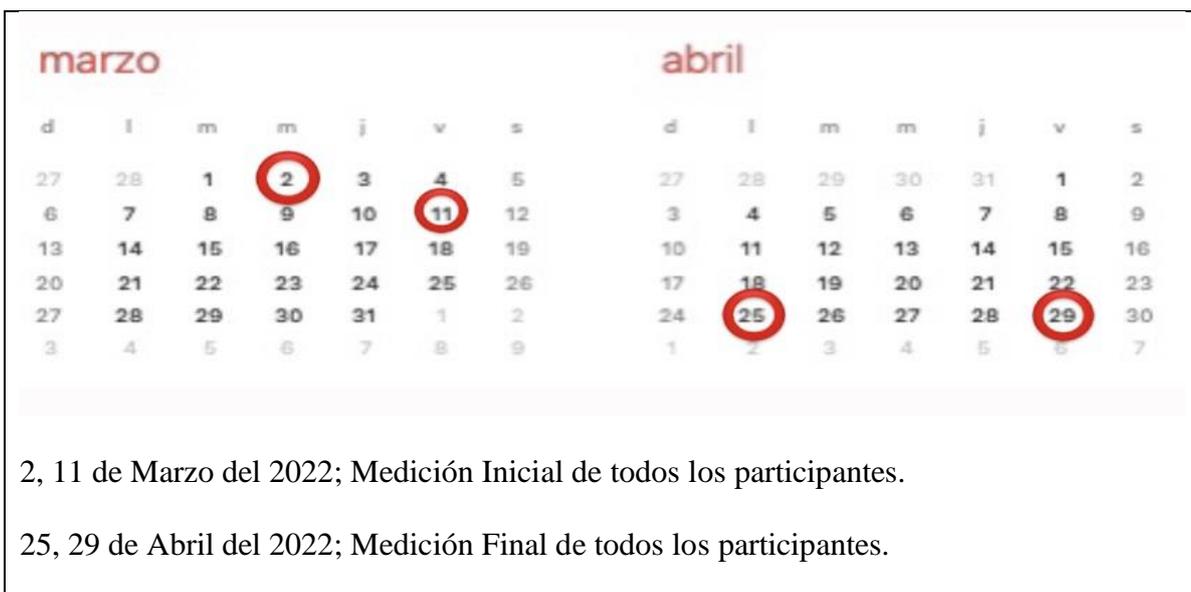


Figura 1. Cronograma de mediciones.

#### ***4.8 Instrumentos de medida***

Para la evaluación se utilizaron las siguientes pruebas:

- Time Up and GO, medimos el tiempo que demoraron los niños en recorrer 3 metros, levantándose de una silla estándar, dar la vuelta a un cono y regresar a sentarse a la misma silla<sup>49</sup>.
- Prueba de 10 metros de marcha cronometrada: consistió en la medición de la distancia recorrida por segundos en una distancia de 10 metros donde se tomó en cuenta a partir del metro dos al metro ocho, los niños realizaron tres intentos en los cuales hicieron una marcha normal y cómoda.<sup>50</sup>. (Anexo III)
- Gross Motor Function Measure (GMFM): se evaluaron a los participantes con la escala de 88 ítems para valorar la función motora gruesa. Se hará mayor énfasis en los resultados obtenidos en la categoría de bipedestación, andar, correr y saltar<sup>51</sup> (Anexo IV).

#### ***4.9 Variables***

La variable independiente es la utilización de la plataforma vibratoria, como variables dependientes fueron escogidas los datos remitidos por la prueba de 10 metros de marcha cronometrada, los de la Time Up and Go y los de la GMFM. Asimismo, se tuvieron en cuenta otras variables relevantes como el grado de afectación.

### *Análisis de datos*

Los datos recogidos en las diferentes mediciones fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 22.0, SPSS, Chicago, II, USA). Las características descriptivas de la muestra fueron tabuladas como media con desviación estándar y porcentajes.

De igual forma se realizó el K-S Kolmogorov Smirnov en la muestra para observar si los valores de nuestras variables cuantitativas tendían a una distribución normal. Tras analizarlo se concluyó que los valores tenían una distribución normal a pesar de tener un tamaño de muestra escasa, calculándose la t-student y P-valor.

Por último, se realizó un análisis intrasujetos con las valoraciones pre y post a la terapia efectuada.

## **5. RESULTADOS**

Los sujetos de estudiados en esta investigación resultaron en una muestra de 6 niños y adolescentes, que nos proporcionaron el Centro de Fisioterapia Infantil Interactúa y la convocatoria externa aplicada. La edad mínima fue de 4 años y la edad máxima de 18 años, con una media de 13,00 y una desviación estándar de 5,292. Referente al sexo, nos encontramos con cuatro participantes niñas representando el 66.7% y dos niños representando el 33.3%. Respecto al nivel de PCI dos de los seis participantes tiene un nivel de GMFCS I, tres de los seis participantes tienen un nivel de GMFCS II y una de las participantes GMFCS III. Datos representados en la Tabla 1.

El total de sesiones de tratamiento que cada sujeto tenía que realizar eran 17; de las cuales asistieron a todas, cinco de los participantes y uno de ellos, sólo asistió a doce sesiones; la media fue 16.17

en el número de sesiones y una desviación estándar de 2,041. La media de las inasistencias nos muestra un puntaje bajo de 2,50 y una desviación estándar de 2,739 (Tabla III).

Sujetos	Asistencias	Ausencias
1	11,00	6,00
2	12,00	5,00
3	16,00	1,00
4	11,00	6,00
5	16,00	1,00
6	16,00	1,00

Tabla III. Asistencias y ausencias en el programa de tratamiento.

Los resultados estadísticos entre sujeto obtenidos en los análisis estadísticos de las pruebas utilizados en la investigación tras la comparación pre y post de la Gross Motor Function Measure (GMFM), Timed Up and Go y Prueba de los 10 metros se representarán en las siguientes tablas.

		<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>t-Student</b>	<b>p-Valor</b>
<b>Par 1</b>	Prueba Timed Up and Go Pre	13,8967	9,75813	0.00	27.88	1.687	0.153
	Prueba Timed Up and Go Post	11.2350	6,76871	0.00	17.78		
<b>Par 2</b>	Prueba 10 metros de marcha cronometrada Pre	2.7833	1.63494	0.00	4.92	.370	0.726
	Prueba 10 metros de marcha cronometrada Post	2.6617	1.61729	0.00	4.80		
<b>Par 3</b>	GMFM Decúbito y volteo Pre	100.000	.0000	100.00	100.00		
	Decúbito y volteo Post	100.000	.0000	100.00	100.00		
	GMFM Sedestación Pre	98.0550	2,67090	93.33	100.00	-1.5281	0.175
	Sedestación Post	99.1667	1,39364	96.67	100.00		
	GMFM Cuadropedia Pre	87.9933	14.56046	64.29	100.00	-.213	0.840
	Cuadropedia Post	88.7867	13.90359	64.29	100.00		
	GMFM Bipedestación Pre	63.0617	27.70721	15.38	100.00	-2.598	0.048
	Bipedestación Post	67.0617	28.56453	15.38	100.00		
	GMFM Correr, caminar y saltar Pre	55,0183	28.79652	16.67	100.00	-1.838	0.125
	Correr, caminar y saltar Post	57.9650	28,19838	16.67	100.00		

Tabla IV. Resultados de los análisis de los 6 sujetos. La palabra “par” se refiere al conjunto de variables comparadas.

Los resultados del Timed up and Go post de comparación de medias tras las sesiones de tratamiento, con los datos de los 6 sujetos no alcanzaron a mostrar diferencias significativas debido a que tiene un p-valor de 0.153, De igual forma, la prueba de 10 metros de marcha cronometrada presenta en el  $p=0.726$ , sin una evidencia post significativa.

En la escala GMFM, los resultados de comparación en decúbito y volteo no tienen diferencias estadísticamente significativas, porque todos los sujetos habían alcanzado el 100 por cien de la movilidad; nos muestran un  $p=0.175$  en sedestación, un  $p=0.840$  en cuadrupedia, a diferencia de un  $p= 0.048$  en bipedestación siendo el único valor significativo y un p-valor de 0.125 en correr caminar y saltar como se muestra en la Tabla IV.

En la tabla V se muestran los resultados intrasujetos marcando las diferencias de la variable tiempo entre pre y post, mostrándonos que en la prueba de Timed Up and Go. Los valores mejoraron en todos los sujetos en los que se realizó, mucho más en el sujeto número 6, con una diferencia de 10.1 seg entre ambas valoraciones y dos sujetos que solo tuvieron una diferencia de 0.37 microsegundos. En la prueba de los 10 metros de marcha cronometrada, el sujeto 5 tiene una diferencia post de +1.36 segundos, lo que nos indica que en esta ocasión tardó más tiempo en realizar la prueba. El Sujeto 4 en ambas pruebas no fue valorable.

<i>Sujetos</i>	<b>TUG Pre</b>	<b>TUG Post</b>	<b>Diferencias de la Prueba</b>	<b>Prueba de los 10 metros de marcha cronometrada Pre</b>	<b>Prueba de los 10 metros de marcha cronometrada Post</b>	<b>Diferencias de la Prueba</b>
1	7,96	7,59	-0,37	3,37	2,88	-0,49
2	12,12	10,50	-1,62	2,89	1,90	-0,99
3	20,87	17,36	-3,51	3,35	2,86	-0,49
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	14,55	14,18	-0,37	2,17	3,53	+1,36
6	27,88	17,78	-10,1	4,92	4,80	-0,12

Tabla V. Resultados Intrasujetos del TUG y Prueba de los 10 metros de marcha cronometrada en segundos.

En la tabla VI al comparar las diferencias de la GMFM en la movilidad en decúbito y volteos, no se observan diferencias debido a que los valores no cambiaron; sin embargo, en el ámbito de sedestación, el sujeto 3 tuvo una diferencia de +3.37, obteniendo el 100% de movilidad y el sujeto 6 tuvo un aumento de +3.34 en comparación a su valoración inicial dándonos a entender que tuvieron ambos sujetos una mejora en la cantidad de movilidad en sedestación

<b>SUJETO</b>	<b>Decúbito y Volteo Pre</b>	<b>Decúbito y Volteo Post</b>	<b>Diferencias de la Prueba</b>	<b>Sedestación Pre</b>	<b>Sedestación Post</b>	<b>Diferencias de la Prueba</b>
<b>1</b>	100	100	0.0	98.33	98.33	0.0
<b>2</b>	100	100	0.0	100	100	0.0
<b>3</b>	100	100	0.0	96.67	100	+3.37
<b>4</b>	100	100	0.0	100	100	0.0

<b>5</b>	100	100	0.0	100	100	0.0
<b>6</b>	100	100	0.0	93.33	96.67	+3.34

Tabla VI. Resultados intra sujetos, GMFM valoración de los ítems Decúbito y Volteo y Sedestación pre y post.

En la tabla VII podemos observar los resultados intrasujetos en los ítems en cuadrupedia y de rodillas de la Escala GMFM. Dos de nuestros sujetos tuvieron una diferencia importante, el sujeto 6 tuvo una mejora de +16.66 por ciento de movilidad y el sujeto 4 tuvo una disminución de -11.90, empeorando así su movilidad.

En el porcentaje de movilidad en bipedestación de la Escala GMFM, la tabla VIII nos muestra un aumento importante de la movilidad en casi todos los sujetos, exceptuando los sujetos 1 y 4, que obtienen una puntuación prácticamente igual antes y después.

Sujeto	Cuadrupedia y de Rodillas Pre	Cuadrupedia y de Rodillas Post	Diferencias de la prueba	Bipedestación Pre	Bipedestación Post	Diferencias de la Prueba
<b>1</b>	92.24	92.24	0.0	74.36	74.2	-0.16
<b>2</b>	100	100	0.0	97.44	100	+2.56
<b>3</b>	95.24	95.24	0.0	69.44	74.40	+4,96
<b>4</b>	76.19	64.29	-11.90	15.38	15.40	+0.02
<b>5</b>	100	100	0.0	71.79	79.5	+7.71
<b>6</b>	64.29	80.95	+16.66	51.28	59.00	+7.72

Tabla VII. Resultados Intrasujetos, GMFM valoración de los ítems Cuadrupedia y de Rodillas y bipedestación pre y post.

Por último, en el ámbito caminar, saltar y correr en la escala GMFM, nos encontramos con la diferencia y aumento en el porcentaje de movilidad de 4 de los sujetos, obteniendo una mejoría mayor por el sujeto 3 de +10.17 y una mejoría menor pero importante por el sujeto 4 de +4,17, (Tabla VIII).

Sujetos	Caminar, Saltar y Correr Pre	Caminar y Correr Post	Diferencias de la Prueba
1	76.39	79.17	+2.78
2	95.83	96.61	+0.78
3	41.22	51.39	+10.17
4	16.67	16.67	0.0
5	62.5	62.28	-0.22
6	37.5	41.67	+4.17

Tabla VIII. Resultados intra sujetos GMFM valoración del ítem Caminar, Saltar y Correr pre y post.

### ***5.1 RESULTADOS INTRASUJETO DE LA VALORACIÓN CLÍNICA MARCHA.***

**Sujeto 1:** Durante la realización de la valoración posterior a la intervención encontramos una marcha similar, se nota una leve mejoría en la calidad del paso, pero sigue presente la marcha en puntillas, se observa ligera homogeneidad en la zancada.

**Sujeto 2:** En comparación con la valoración inicial se observan pocos cambios en su marcha ya que el apoyo del pie no es completo si no en medio pie, una marcha más coordinada. Logra realizar los trayectos más rápido por medio de disociación de tronco y MMSS.

**Sujeto 3:** En la valoración final podemos observar un aumento en la velocidad de la marcha mientras esta sea en dirección recta; presenta una disminución de la misma cuando existe un cambio de sentido o se debe realizar una vuelta. Hay una mejor disociación y control de MMSS y tronco, mostrándose más erguido y seguro durante la misma. Hay una mayor homogeneidad en los pasos y velocidad de la marcha.

**Sujeto 4:** Durante la valoración posterior a la terapia se observó que la extremidad inferior izquierda sigue teniendo un apoyo en plancha, pero el pie derecho ahora realiza un mejor despegue de talón. Se logra apreciar una menor circunducción de la extremidad inferior izquierda. El adelantamiento de tronco sigue similar, pero se aprecia una mayor disociación de extremidades inferiores. Se observa una mayor presencia de miedo a caerse y una alta frecuencia de clonus al realizar la marcha.

**Sujeto 5:** Se puede observar que la fase de aceleración ahora es más lenta y no hay balanceo exagerado del tronco. Aun levanta MMSS para poder mantener el equilibrio, hay mayor presencia de flexión de rodillas, pero sigue manteniendo el varo de estas. La marcha ya no es tan rápida, no hay arrastre de los pies y sigue sin haber contacto de ante pie.

**Sujeto 6:** Al realizar la valoración posterior se puede observar que durante el inicio de la marcha ya no hay tanta antepulsión de tronco, permaneciendo más recto. Los MMSS ya no están en flexión manteniéndose laterales a su tronco. En el momento de permanecer parada no se muestra tanta flexión de MMII ya no se para después de haber iniciado la marcha, realizando una marcha menos rápida. Las rodillas conservan su valgo, pero, en el momento de realizar la marcha intenta separarlas más; los pies siguen chocando, pero ya no le producen inestabilidad y la fase de despegue se ve más marcada, siguiendo las demás fases inexistentes. Ha aumentado la seguridad al realizar los recorridos.

## 6. DISCUSIÓN

Con esta investigación se estudian los efectos de un programa con terapia vibratoria en la función motora y durante la marcha en niños con PC dipléjica.

Nuestros métodos de evaluación fueron escogidos tras realizar una búsqueda entre la bibliografía existente<sup>43,46,47,48</sup>, en la cual hallamos que la prueba más utilizada es el TUG, además de presentar una valoración clínica observacional mediante vídeo de la marcha. También sabemos que el valor de la escala GMFM, para medir la Función Motora es indiscutible en niños con PCI ya que es el instrumento de evaluación de la función motora gruesa más utilizado internacionalmente<sup>52</sup>.

### PUNTOS A TRATAR:

En la tug, entre grupos no hubo diferencias estadísticamente significativas, pero mirando caso a caso nuestro estudio muestra que cinco de nuestros participantes fueron capaces de realizar la prueba con éxito mejorando sus valores posteriores al tratamiento. En esta prueba se pudo observar una mejora de tiempo significativa del sujeto seis la cual tuvo una diferencia de tiempo importante, teniendo una mejora en el equilibrio y efectividad de sus movimientos, sin embargo nuestro resultado fue más observacional que estadístico.

En la prueba de 10 metros de marcha cronometrada la velocidad de la marcha, el resultado intragrupo se obtuvo un tiempo máximo para realizar los tres intentos de 4.92 en la valoración pre y 4.80 en la valoración post esto siendo los resultados estadísticos pero en el p-valor no se pudo obtener un resultado significativo por lo cual nos indica que los resultados obtenidos fueron mayormente observacionales. En la prueba de 10 metros de marcha cronometrada la velocidad de la marcha; entre grupos se obtuvo un tiempo máximo para realizar los tres intentos de 4.92 en la

valoración pre y 4.80 en la valoración post esto siendo los resultados estadísticos pero en el p-valor no se pudo obtener un resultado significativo por lo cual nos indica que los resultados obtenidos fueron mayormente observacionales. A diferencia de la valoración grupal los sujetos uno y tres tuvieron una diferencia de 0.49 en el tiempo de realizar la prueba lo cual nos indica que realizaron más rápido la prueba, a comparación del sujeto dos que tuvo una diferencia de 0.99 teniendo una diferencia de casi un minuto a su evaluación inicial, sin embargo el sujeto 5 tuvo una diferencia de -1.36 resultado que podemos observar tuvo un valor mayor en la valoración posterior pudiendo haber afectado factores ambientales o personales en el sujeto.

En la GMFM Como menciona Ferre-Fernandez M. et.al<sup>52</sup> evalúa los cambios en la función motora gruesa basado en la observación de los movimientos por lo cual es una valoración observacional subjetiva a los ojos del evaluador. En nuestro estudio encontramos en el análisis del grupo que no se encontraron valores significativos en cuatro de los ítems a valorar, sin embargo en el cambio en el dominio de la posición de bipedestación en nuestro estudio fue evidente ya que todos los participantes tuvieron un aumento significativo en las actividades a realizar teniendo como resultado mas alto -10, lo cual nos indica que tuvieron una mejor calidad de sus movimientos demostrándonos así que la respuesta observacional con el TUG fue favorable a comparación de Mostafa S. et.al.<sup>48</sup> donde en su valoración posterior aumento el dominio predominó en la posición de sedestación, teniendo como base una intervención de 8 semanas pero con la utilización del mismo aparato, en nuestro estudio en el ítem de sedestación solo el sujeto tres y el sujeto seis tuvieron una diferencia positiva ya que aumentaron el valor de este ítem. No podemos dejar atrás el último ítem de la GMF

## PROTOCOLO DE TRATAMIENTO

La bibliografía revisada nos sirvió de ayuda para delimitar el número de sesiones y protocolo a utilizar durante la intervención, teniendo una duración similar en el tiempo de aplicación del mismo<sup>43,46,47</sup>. El programa de ejercicio tuvo una duración de seis semanas, donde cinco sujetos recibían terapia durante 3 sesiones a la semana y un sujeto 2 sesiones a la semana teniendo una duración por ejercicio de tres minutos de terapia por tres minutos de descanso en cada ejercicio teniendo una terapia efectiva de 12 minutos. La frecuencia establecida experimentaba un incremento escalonado a lo largo de las seis semanas iniciando con 17 Hz la primera semana y la amplitud variada en cada ejercicio y así consecutivamente hasta llegar a los 20 Hz a comparación de otro estudio que durante tres meses fueron aumentando los Hz<sup>47</sup>. A comparación de estos estudios la duración de la intervención fue más larga por lo cual obtuvieron mejores resultados a los que se obtuvo en este estudio.

En la marcha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las valoraciones de los test, sin embargo durante la valoración clínica se encontraron cambios significativos sobre todo en nuestro sujeto dos y tres los cuales en el tiempo no se notó una mejora significativa pero en la calidad de la zancada, longitud de paso, aceleración y estabilidad postural al momento de realizar la marcha fueron evidentes, por lo contrario el sujeto uno con sus inasistencias continuas se obtuvieron mejores resultados creyendo que por ser el sujeto del estudio más joven se obtienen resultados más rápidos a pesar de no haber obtenido todo el tratamiento continuo y el sujeto cuatro que tuvo de igual forma una constante inasistencia, pero en comparación al sujeto uno se notó un retroceso evidente en las pruebas que se les aplicaron.

En cambio en el dominio de la posición de bipedestación en nuestro estudio fue evidente a comparación de Mostafa S. et.al.<sup>48</sup> donde el dominio predominó en la posición de sedestación, a comparación de este estudio ellos utilizaron un protocolo de 8 semanas, teniendo mayor tiempo de

aplicación de su protocolo a comparación del nuestro. Pero aun así se obtuvieron resultados favorables para nuestra reducida muestra. A pesar del bajo nivel físico que tenían nuestros participantes se logró observar un aumento en la musculatura, sin embargo en otro estudio utilizó WBV tuvo un protocolo de 8 semanas en el cual observó un aumento en el rango de movimiento y función ambulatoria antes y después de cada sesión, lo cual en nuestro estudio se analizó la función ambulatoria pre a la terapia y posterior a la misma obteniendo buenos resultados observacionales, a pesar de haber utilizado un protocolo de seis semanas.

### **Limitaciones**

Durante la realización de este estudio se obtuvieron ciertas limitaciones. La más importante fue el tiempo de implementación, puesto que no se pudo disponer de un tiempo prolongado para poder realizar un estudio más amplio respecto a periodo de intervención y número de sesiones. También la falta de tiempo dificultó disponer de un grupo control que nos ayudase a delimitar los beneficios de la terapia.

Otra limitación importante fue que el rango de edad de los participantes es muy amplio, variando de los 4 a 18 años.

Por último, una limitación considerable ha sido las ausencias de dos de las participantes, porque la familia no daba prioridad e importancia a la investigación. No se consideró excluirlas del estudio debido a que se puso un límite máximo de 10 inasistencias y no las alcanzaron; aun así, se observaron mejoras en una de ellas.

## **7. CONCLUSIONES**

Según los resultados, el presente estudio nos mostró que con el protocolo utilizado se obtuvieron mejoras en la función motora, especialmente en la GMFM respecto a la bipedestación. La aplicación de la terapia vibratoria parece que ha sido beneficiosa en la marcha de cada uno de los niños, en casi todas las variables estudiadas de la marcha y equilibrio obteniendo diferentes resultados entre cada sujeto.

### **PROSPECTIVA**

Creemos necesario incrementar el número de estudios sobre los efectos de WBV en niños con PC, ampliando el periodo de estudio, la muestra y realizando ensayos clínicos. Los pacientes acogieron adecuadamente la terapia realizando todos los ejercicios, aun cuando estos fueran difíciles para su condición. En futuras investigaciones, creemos que el protocolo debería iniciarse con posiciones más sencillas e ir dificultándolas. De igual forma sería adecuado pedir a los padres que firmen una carta compromiso de llevar a sus hijos a todas las sesiones.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ruiz Brunner M de las M, Cuestas E. La construcción de la definición parálisis cerebral: un recorrido histórico hasta la actualidad. Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba [Internet]. 19 de junio de 2019 [citado 15 de junio de 2022];76(2):113-7.
2. Van Naarden Braun, K., Doernberg, N., Schieve, L., Christensen, D., Goodman, A. y Yeargin-Allsopp, M. (2016). Prevalencia al nacer de la parálisis cerebral: un estudio basado en la población. *Pediatría*, 137 (1).
3. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007 Feb;109:8-14. Erratum in: *Dev Med Child Neurol.* 2007 Jun;49(6):480. PMID: 17370477.
4. Bax MCO, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N. Proposed definition and classification of cerebral palsy, april 2005. *Dev Med Child Neurol* 2005; 27: 571-576.
5. Morris C. Definition and classification of cerebral palsy: a historical prspective. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49: 3-7.
6. Robaina-Castellanos GR, Riesgo-Rodriguez, Robaina-Castellanos. Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿un problema resuelto? *Rev Neurol* 2007; 45: 110-117.
7. Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician.* 2020 Feb 15;101(4):213-220. PMID: 32053326.
8. Avellanet, M., Mena, A., & Aisa-Pardo, E. (2018). Diseño de un registro de parálisis cerebral de ámbito poblacional: aplicación y análisis en Andorra y Navarra. *Rev. neurol.(Ed. impr.)*, 168-174.

9. Gómez-López Simón, Jaimes Víctor Hugo, Palencia Gutiérrez Cervia Margarita, Hernández Martha, Guerrero Alba. Parálisis cerebral infantil. Arch Venez Puer Ped [Internet]. 2013 Mar [citado 2022 Jun 10] ; 76( 1 ): 30-39.
10. Gökhan Eğilmez, Gürsel A. Süer,Özgüner O. Physical Management of Children with Cerebral Palsy. Intech Open Sci [Internet]. 2014;135–52.
11. Levitt S. Tratamiento de la Parálisis Cerebral y del Retraso Motor. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.
12. Cruz M, Pedrola D. Parálisis cerebral infantil. En: M. Cruz (editor). Tratado de Pediatría. 8ª ed. Ediciones Ergon. Madrid 2001, pp. 1734-1744.
13. Avellanet, M., Mena, A., & Aisa-Pardo, E. (2018). Diseño de un registro de parálisis cerebral de ámbito poblacional: aplicación y análisis en Andorra y Navarra. *Rev. neurol.(Ed. impr.)*, 168-174.) (Calzada, C & Vidal C. Parálisis cerebral infantil?: definición y clasificación a través de la historia. *Rev Mex Ortop* 2014;16:6–10.
14. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. *Lancet*. 2014 Apr 5;383(9924):1240-9. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24268104.
15. Poo P. Parálisis cerebral infantil. En: J. Campistol, H.J. Arroyo, P. Póo, V. Ruggieri (editores). *Neurología para pediatras, enfoque y manejo práctico*. Editorial Médica Panamericana. Madrid 2011, pp. 93-109.
16. Nelson KB. Parálisis cerebral. En: K. Swaiman (editor). *Neurología pediátrica, principios y prácticas*. 2ª ed. Mosby Madrid 1996, pp. 481-499.
17. Espinosa E. Parálisis cerebral. En: E. Espinosa (editor). *Neuropediatría*. 3ª ed. Asconi. Bogotá 2007, pp. 175-18.

18. Malagón-Valdéz J. Parálisis cerebral, actualizaciones en Neurología Infantil. En: *Medicina* 2007; 67(6/1): 1-7.
19. Lorente I, Bugie C. Trastornos motores, parálisis cerebral. En: N. Fejerman, E. Fernández-Álvarez (editores). *Neurología pediátrica*. Librería El Ateneo Editorial. Buenos Aires 1988, pp. 4.1-4.20.
20. Poo P. Parálisis cerebral. En: N. Fejerman, E. Fernández Álvarez (editores). *Neurología Pediátrica*. 3ª ed. Editorial Panamericana Buenos Aires 2007, pp. 429-448.
21. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, Cioni G, Damiano D, Darrah J, Eliasson AC, de Vries LS, Einspieler C, Fahey M, Fehlings D, Ferriero DM, Fetters L, Fiori S, Forssberg H, Gordon AM, Greaves S, Guzzetta A, Hadders-Algra M, Harbourne R, Kakooza-Mwesige A, Karlsson P, Krumlinde-Sundholm L, Latal B, Loughran-Fowlds A, Maitre N, McIntyre S, Noritz G, Pennington L, Romeo DM, Shepherd R, Spittle AJ, Thornton M, Valentine J, Walker K, White R, Badawi N. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr.* 2017 Sep 1;171(9):897-907. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.1689. Erratum in: *JAMA Pediatr.* 2017 Sep 1;171(9):919. PMID: 28715518.
22. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Transl Pediatr.* 2020 Feb;9(Suppl 1):S125-S135. doi: 10.21037/tp.2020.01.01. PMID: 32206590; PMCID: PMC7082248.
23. O'Shea TM (2008) Diagnóstico, tratamiento y prevención de la parálisis cerebral. *Obstetricia y ginecología clínica*, 51 (4), 816–828.

24. Barrington, KJ Los efectos adversos sobre el desarrollo neurológico de los esteroides posnatales en el recién nacido prematuro: una revisión sistemática de ECA. *BMC Pediatr* 1, 1 (2001).
25. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL, Becher JG, Gaebler-Spira D, Colver A, Reddihough DS, Crompton KE, Lieber RL. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016 Jan 7;2:15082. doi: 10.1038/nrdp.2015.82. PMID: 27188686.
26. Heinen F, Desloovere K, Schroeder AS, et al. The updated European consensus 2009 on the use of botulinum toxin for children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2010;14(1):45-66.
27. Franki I, Desloovere K, De Cat J, et al. The evidence-base for basic physical therapy techniques targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a conceptual framework. *J Rehabil Med*. 2012;44(5):385-395.
28. Dumas H, Francesconi S. Terapia acuática en pediatría: bibliografía comentada. *Phys Occup Ther Pediatr* 2001;20(4): 63-78.
29. Arya BK, Subramanya K, Mahadevappa M, Kumar R. Dispositivos de estimulación eléctrica para la parálisis cerebral: consideraciones de diseño, efectos terapéuticos y direcciones futuras. En: Yue W., Chattopadhyay S, Lim TC, Acharya UR, (Ed). *Avances en Ingeniería Terapéutica*. Boca Ratón, FL: CRC Press, Taylor & Francis. 2012.
30. Kerr C, McDowell B, McDonough S. Estimulación eléctrica en parálisis cerebral: una revisión de los efectos sobre la fuerza y la función motora. *Dev Med Child Neurol* 2004; 46: 205–213.

31. Reed B. La fisiología de la estimulación eléctrica neuromuscular. *Pediatr Phys Ther.*1997; 9: 96–102.
32. Pieber K, Herceg M, Wick F, Grim-Stieger M, Bernert G, Paternostro-Sluga T. Estimulación eléctrica funcional combinada con toxina botulínica tipo A para mejorar la función de la mano en niños con hemiparesia espástica: un estudio piloto. *Viena Klin Wochenschr* 2011; 123: 100–105.
33. Rudank S L, Fellman V, Laatikainen L. Discapacidad visual en niños nacidos prematuramente entre 1972 y 1989. *Oftalmología* 2003; 110:1639-1645.
34. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. *Lancet.* 2014 Apr 5;383(9924):1240-9. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24268104.
35. Verschuren O, Ketelaar M, Takken T, Helders PJ, Gorter JW. Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008 May;87(5):404-17. doi: 10.1097/PHM.0b013e31815b2675. PMID: 17993987.
36. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Oct;39(10):1794-800. doi: 10.1249/mss.0b013e3181238a0f. PMID: 17909407.
37. Rittweger, J., Schiessl, H. and Felsenberg, D., *Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement.* *European journal of Applied Physiology*, 2001. 86(2): p. 169-173.

38. Aiden, Mr & Cook, E & Moody, Jeremy & Owens, Rhiannon & Esformes, Joseph. (2021). Effects of Vibration Training on Stride Length and Gait Speed in Cerebral Palsy Patients: A Systematic Review.
39. Ahlborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J Rehabil Med.* 2006 Sep;38(5):302-8. doi: 10.1080/16501970600680262. PMID: 16931460.
40. Johnston MV. Clinical disorders of brain plasticity. *Brain Dev.* 2004 Mar;26(2):73-80. doi: 10.1016/S0387-7604(03)00102-5. PMID: 15036425.
41. Damiano DL. Rehabilitative therapies in cerebral palsy: the good, the not as good, and the possible. *J Child Neurol.* 2009 Sep;24(9):1200-4. doi: 10.1177/0883073809337919. Epub 2009 Jun 12. PMID: 19525491; PMCID: PMC2982789.
42. Krause A, Schönau E, Gollhofer A, Duran I, Ferrari-Malik A, Freyler K y Ritzmann R (2017) Alivio de las deficiencias motoras en pacientes con parálisis cerebral: efectos agudos de la vibración de todo el cuerpo en la respuesta del reflejo de estiramiento, voluntario Activación y Movilidad Muscular. *Frente. Neurol.* 8:416. doi: 10.3389/fneur.2017.00416
43. Hsin-Yi Kathy Cheng, Yu-Chun Yu, Alice May-Kuen Wong, Yung-Shen Tsai, Yan-Ying Ju, Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy, *Research in Developmental Disabilities*, Volume 38, 2015, Pages 256-261, ISSN 0891-4222.
44. Stark C, Nikopoulou-Smyrni P, Stabrey A, Semler O, Schoenau E. Effect of a new physiotherapy concept on bone mineral density, muscle force and gross motor

- function in children with bilateral cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010 Jun;10(2):151-8. PMID: 20516632.
45. Vásquez LM, Carrasco M. Parálisis cerebral infantil. En: P.A. Verdú (editor). *Manual de Neurología Infantil.* Publimed. Madrid 2008, pp. 295-304.
46. Dudoniene, Vilma & Lendraitienė, Eglė & Pozeriene, Jurate. (2017). Effect of vibration in the treatment of children with spastic diplegic cerebral palsy. *Journal of Vibroengineering.* 19. 5520-5526. 10.21595/jve.2017.18250.
47. Ortega, C. & Herrero, Azael & Marín, Pedro & Ferrero, Cristina & Martín-Hernández, Juan & Menéndez, Héctor. (2016). Efectos agudos de las vibraciones de cuerpo completo sobre variables funcionales en niños con parálisis cerebral. *Biomecánica.* 23. 26-32. 10.5821/sibb.23.1.5149.
48. Mostafa S. Ali, Heba G. Abd el-aziz, Effect of whole-body vibration on abdominal thickness and sitting ability in children with spastic diplegia, *Journal of Taibah University Medical Sciences*, Volume 16, Issue 3, 2021, Pages 379-386, ISSN 1658-3612.
49. Williams, E., Carroll, S., Reddihough, D., Phillips, B. y Galea, M. (2005). Investigación del test cronometrado 'Up & Go' en niños. *Medicina del desarrollo y neurología infantil*, 47 (8), 518-524. doi:10.1017/S0012162205001027.
50. Wolf SL, Catlin PA, Gage K, Gurucharri K, Robertson R, Stephen K. Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. *Phys Ther.* 1999 Dec;79(12):1122-33. PMID: 10630281.
51. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral

palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997 Apr;39(4):214-23. doi: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x. PMID: 9183258.

52. Ferre-Fernández M, Murcia-González MA, Ríos-Díaz J. Traducción y adaptación transcultural del Gross Motor Function Measure a la población española de niños con parálisis cerebral. *Rev Neurol* 2020;71 (05):177-185

## 9. ANEXOS

### ANEXO I. ETIOLOGÍA y FISIOPATOLOGÍA DE LA PCI

La PC puede llegar a tener una o varias etiologías y en muchas ocasiones la causa es incierta y conocerla no necesariamente señala un diagnóstico específico y por consecuencia, no se puede hacer un tratamiento específico. De igual forma podemos encontrar muchos factores de riesgo asociados con esta patología y que pueden ocurrir en cualquier momento del periodo prenatal, perinatal y postnatal <sup>5,7,8</sup>. Pueden surgir una de estas causas, que según su aparición son:

- Prenatales: malformaciones congénitas del cerebro. Aquellas que suelen estar más relacionadas con la PC, de igual forma suelen darse problemas vasculares (obstrucciones de la arteria cerebral media, entre otras); y con una incidencia menor, suelen presentar infecciones de la madre durante los primeros trimestres del embarazo, al igual que los problemas metabólicos por ingesta de toxinas por parte de la misma. También se pueden encontrar síndromes genéticos. <sup>3,8,12</sup>
- Perinatales: Por medio de un parto difícil, hemorragia antes del parto y/o presencia de prolapso del cordón, que provoca hipoxia en el feto. Durante el momento del nacimiento puede haber presencia de hipoglucemia o ictericia no tratada. Con mayor incidencia son las asfixias prenatales suponiendo entre el 6 y el 8% de los casos de PC <sup>9,11,12</sup>.
- Postnatales: Suceden desde las primeras horas de vida, sobre todo la presencia de infecciones y lesiones son las más frecuentes en los países con mayor desarrollo. Traumatismo por accidentes de automóvil o cualquier traumatismo accidental que puedan suponer daños en el SNC <sup>9,10,11,12</sup>.

Actualmente se ha identificado en los últimos estudios, que la mayoría de los factores de riesgo identificados son la prematuridad, retardo del crecimiento intrauterino, infecciones congénitas, alteraciones severas de la placenta y embarazos múltiples.

Los signos y síntomas tempranos de PC aparecen muy pronto, por lo cual los padres y familiares suelen ser los primeros en observar si los niños presentan o no destrezas motoras acordes a su edad<sup>9,12</sup>.

## **ANEXO II. Consentimiento Informado.**

### **ANEXO II. HOJA DE INFORMACIÓN. CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Título:** Actualización y promoción de la salud en niños/as con patología neurológica que afecta al tono muscular y la movilidad. FISIOACTUA.

#### **1. ¿Qué es y qué persigue este estudio?**

Este estudio tiene como objetivo valorar cuantitativamente la mejoría que se percibe en el área motora, específicamente en movilidad tanto de miembros superiores y miembros inferiores, espasticidad y entrenamiento funcional de la musculatura en niños con alteración del tono muscular, abordando la globalidad de la persona, gracias a un tratamiento novedoso denominado terapia Galileo (Concepto Colonia), la cual utiliza una plataforma vibratoria.

En la actualidad este tipo de terapias tiene una evidencia científica más que aceptable en parálisis cerebral, la cual se corrobora a través de estudios científicos en el campo de la neuropediatría, principalmente sustentado por el programa de investigación iniciado en el centro de rehabilitación de la Universidad de Colonia en Alemania en 2006.

La vibración proporciona alivio sintomático a los pacientes, optimizando el tratamiento convencional. Permite un aprendizaje motor gracias a las múltiples repeticiones que vienen dadas por la frecuencia del dispositivo. A través de la vibración se genera un reflejo de estiramiento en la fibra muscular, una contracción. La vibración promueve el fortalecimiento muscular a través de la hipertrofia e hiperplasia, generando un mayor número de sarcómeros en diámetro y cantidad. Gracias a la plataforma también se puede mejorar la perfusión y la circulación sanguínea y aumentan los depósitos de calcio en el hueso.

Por todo lo anterior, le proponemos que su hijo/a forme parte de este estudio con objeto de valorar de forma exacta las posibles mejoras y beneficios que se puedan observar en su salud.

La participación es voluntaria, de manera que nadie está obligado a participar y se puede abandonar el estudio en cualquier momento sin tener que dar explicación alguna.

Esta investigación, es realizada a través de un trabajo de fin de máster, el cual forma parte del proyecto UAL Transfiere 2021.

## **2. ¿Cómo se realizará el estudio?**

A cada niño/a se le realizará una valoración al inicio y al final del programa dentro de un lapso aproximado de 6 semanas en su totalidad. Tras la valoración previa al inicio del programa, se asignará al niño/a a uno de los grupos de tratamiento de forma aleatoria:

Tras la primera valoración se realizará el programa de intervención según el grupo asignado

### **3. Beneficios y riesgos.**

Los beneficios que supone participar en este estudio son numerosos, los cuales ya han sido mencionados, pero principalmente supondrá una mejoría en parámetros de la función neuromotora y otros aspectos de la funcionalidad en la vida diaria.

En la terapia Galileo no se observan efectos adversos importantes. Dado que se tendrá precaución en los criterios de elegibilidad y exclusión para prevenir cualquier hecho desfavorable en los niños.

### **4.-Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión:**

- Diagnóstico de trastorno neurológico del desarrollo: Parálisis Cerebral. (De acuerdo con DSM-V)
- Edades comprendidas entre 2 a 24 años.
- Valorado y/o intervenido en o desde centros, Instituciones, etc. que colaboren con la Universidad de Almería o participen en ellos. Específicamente del Centro de Desarrollo Infantil y Atención Temprana “Interactúa”.
- El sujeto, padre / madre/ tutor/a legal de cada sujeto, previo a su inclusión en el estudio, ha de haber firmado el consentimiento informado para la participación de él mismo, o de su hijo/a en el mismo, dejando constancia de que éste podría ser abandonado si en algún momento ellos lo estiman oportuno y sin tener que justificarlo.

#### **Criterios de exclusión:**

- Diagnóstico de:

Epilepsia, problemas graves de circulación sanguínea, operaciones recientes o prótesis.

Otras enfermedades graves

- Inicio de otro tipo de terapia diferente a la actual.
- No tener indicación de Fisioterapia.

## **Confidencialidad de los datos**

Un consentimiento informado va a ser obtenido de todos los participantes, realizado según la declaración de Helsinki (modificación del 2008) en proyectos de investigación y con legislación nacional sobre ensayos clínicos (Ley 223/ 2004, de 6 de febrero); la investigación biomédica (Ley 14/2007, de 3 de julio) y la confidencialidad de los participantes (Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/1999 y al Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016).

Los datos serán codificados. No se utilizará ningún dato de filiación de los pacientes objeto de estudio que permita su posterior identificación.

Los materiales del estudio se mantendrán en condiciones seguras de almacenamiento, los nombres estarán registrados en una lista de control que será registrada por el investigador principal y que sólo recurrirá a ella en los momentos imprescindibles; siendo el mismo, el responsable y gestor de la base de datos. Así mismo, los participantes tendrán derecho al acceso de sus datos personales y a su rectificación y cancelación previa solicitud al investigador que le atiende. Los resultados del estudio podrán ser comunicados a las autoridades sanitarias y, eventualmente, a la comunidad científica a través de congresos y/o publicaciones.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO MENORES

Dña. M<sup>a</sup> del Mar Sánchez Joya, Investigadora Principal del Proyecto, denominado *Actualización y promoción de la salud en niños/as con patología neurológica que afecta al tono muscular y la movilidad. FISIOACTUA*, en conjunto con los colaboradores Dn. Sebastián Alonso Cayún Guarda y Daniela Contreras Moreno ha informado a través de la documentación que se adjunta a:

- D./Dña ..... D.N.I....., y

- D./Dña. .... D.N.I.....,

en calidad de padres / tutores legales del / la menor de edad:

.....,

sobre el procedimiento general del presente estudio, los objetivos, duración, finalidad, criterios de inclusión y exclusión, posibles riesgos y beneficios del mismo, así como sobre la posibilidad de abandonarlo sin tener que alegar motivos\* y en conocimiento de todo ello y de las medidas que se adoptarán para la protección de los datos personales de los / las participantes según la normativa vigente.

Habiendo leído y comprendido la información anterior. Hemos podido preguntar y aclarar todas nuestras dudas, por eso OTORGO mi consentimiento libremente y conscientemente para que mi hijo/a participe en este estudio y para que los datos recogidos de la intervención se utilicen para cubrir los objetivos especificados en este proyecto.

Fdo: Dn./Dña. .... D.N.I. ....  
padre / madre / tutor/a legal [marcar lo que proceda] del / la menor de edad.

Fdo: Dn./Dña. .... D.N.I. ....  
padre / madre / tutor/a legal [marcar lo que proceda] del / la menor de edad

Fdo. Dn. Sebastián Alonso Cayún Guarda ..... N.I.E:  
Investigador del Proyecto.

Fdo. Dña. Daniela Contreras Moreno..... N.I.E:  
Investigadora del Proyecto.

En Almería, a ..... de ..... de 2.....



## 10 Meter Walk Testing Form

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

Assistive Device and/or Bracing Used: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Average Fast-Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Date: \_\_\_\_\_

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Average Fast-Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

### References:

Bohannon, R. W. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants." *Age Ageing*. 1997;26(1): 15-9.

Bohannon RW, Andrews AW, Thomas MW. Walking speed: reference values and correlates for older adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;24(2):86-90.

Wolf SL, Catlin PA, Gage K, Guruchari K, Robertson R, Stephen K. Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. *Phys Ther*. 1999;79(12):1122-33.

# ANEXO IV. GROSS MOTOR FUNTION CLASIFICATION SYSTEM- GMCS

## GMFM. Test de valoración de la Función Motriz Gruesa

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_\_

FECHA EVALUACIÓN: \_\_\_\_\_

EVALUADOR: \_\_\_\_\_

### CLAVE DE Puntuación

0: No consigue iniciar

2: Completa parcialmente

1: Inicia independientemente

3: Completa independientemente

OBSERVACIONES:

0	1	2	3	A. DECÚBITOS Y VOLTEO
				1. D.S. Gira la cabeza con las extremidades simétricas.
				*2 D.S. Lleva las manos a la línea media, las junta.
				3. D.S. Levanta la cabeza 45 grados.
				4. D.S. Flexión de cadera y rodilla derecha completa.
				5. D.S. Flexión de cadera y rodilla izquierda completa.
				*6. D.S. Cruza la línea media con la extremidad superior derecha para coger un juguete.
				*7. D.S. Cruza la línea media con la extremidad superior izquierda para coger un juguete.
				8. D.S. Se da la vuelta a decúbito prono sobre el lado derecho.
				9. D.S. Se da la vuelta a decúbito prono sobre el lado izquierdo.
				*10. D.P. Levanta la cabeza 90 grados.
				11. D.P. Apoya antebrazos, eleva cabeza 90º y tronco, con extensión codos.
				12. D.P. Apoya antebrazo izquierdo, extensión completa extremidad superior derecha..
				13. D.P. Apoya antebrazo izquierdo, extensión completa extremidad superior izquierda.
				14. D.P. Se da la vuelta a decúbito supino sobre el lado derecho.
				15. D.P. Se da la vuelta a decúbito supino sobre el lado izquierdo.
				16. D.P. Pivota a la derecha utilizando las extremidades, 90º.
				17. D.P. Pivota a la izquierda utilizando las extremidades, 90º.
				<b>TOTAL A.</b>

0	1	2	3	<b>B. SENTADO</b>
				*18. D.S. El examinador lo estirará de las manos; él se impulsa para sentarse.
				19 D.S. Gira a la derecha para pasar a sentado.
				20. D.S. Gira a la izquierda para pasar a sentado.
				*21. S. Con apoyo de tórax controla la cabeza 3 segundos.
				*22. S. Con apoyo de tórax mantiene la cabeza en línea media 10 segundos.
				*23. S. Pies al frente, se mantiene sentado con apoyo de las extremidades superiores 5 seg.
				*24. S. Pies al frente, se mantiene sentado sin soporte de las extremidades superiores 3 seg.
				*25. S. Pies al frente, toca un juguete que está delante y vuelve a posición inicial.
				*26. S. Pies al frente, toca un juguete a 45° detrás a la derecha.
				*27. S. Pies al frente, toca un juguete a 45° detrás a la izquierda.
				28. Sentado sobre el lado derecho, extremidades superiores libres 5 segundos.
				29. Sentado sobre el lado izquierdo, extremidades superiores libres 5 segundos.
				*30. S. Pasa a decúbito prono con extensión de las extremidades superiores.
				*31. S. Pies al frente, pasa a gato por el lado derecho.
				*32. S. Pies al frente, pasa a gato por el lado izquierdo.
				33. S. Pivota a 90° sin ayuda de las extremidades superiores.
				*34. Sentado en un banco se mantiene sin apoyar las extremidades sup. y pies libres 10 seg
				*35. De pie, enfrente de un banco pequeño, se sienta en él.
				*36. Del colchón, pasa a sentarse en un banco pequeño.
				*37. Del colchón, pasa a sentarse en un banco grande o silla.
				<b>TOTAL B.</b>

1	2	3	4	<b>C. GATEO Y POSICIÓN DE RODILLAS</b>
				38. D.P. Se arrastra hacia delante 1,80 m.
				*39. En posición de gato, apoya manos y rodillas 10 segundos.
				*40. Pasa de posición de gato a sentado.
				*41. Pasa de prono a gato.
				*42. En gato, lleva la extremidad superior derecha hacia delante por encima del hombro.
				*43. En gato, lleva la extremidad superior izquierda hacia delante por encima del hombro.
				*44. Se desplaza a gato o a saltos (conejo) hacia adelante 1,80 m.
				*45. Se desplaza a gato con alternancia hacia adelante 1,80 m.
				*46. Sube 4 escalones a gatas, apoyando manos, rodillas y pies.
				47. Baja 4 escalones a gatas, apoyando manos, rodillas y pies.
				*48. Pasa de sentado a de rodillas, sin apoyar extremidades sup., se mantiene 10 segundos.
				49. Postura caballero, sobre rodilla derecha se mantiene 10 segundos sin apoyo.
				50. Postura caballero, sobre rodilla izquierda se mantiene 10 segundos sin apoyo.
				*51. Camina de rodillas sin apoyo 10 pasos.
				<b>TOTAL C.</b>

1	2	3	4	<b>D. BIPEDESTACIÓN</b>
				*52. Pasa a bipedestación con apoyo.
				*53. Se mantiene en bipedestación sin apoyo 3 segundos.
				*54. De pie, apoyado con una mano, eleva el pie derecho 3 segundos.
				*55. De pie, apoyado con una mano, eleva el pie izquierdo 3 segundos.
				*56. Se mantiene de pie sin apoyo 20 segundos,
				*57. Se mantiene de pie sin apoyo, sobre extremidad inferior derecha, 10 segundos.
				*58. Se mantiene de pie sin apoyo, sobre extremidad inferior izquierda, 10 segundos
				*59. Sentado sobre un banco bajo, puede levantarse sin apoyo.
				*60. En posición caballero sobre rodilla derecha, se levanta sin apoyo.
				*61. En posición caballero sobre rodilla izquierda, se levanta sin apoyo.
				*62. Desde bipedestación, pasa a sentarse en la colchoneta sin apoyo.
				*63. Pasa de bipedestación a cuclillas sin apoyo.
				*64. Desde bipedestación coge objetos de la colchoneta sin apoyo.
				<b>TOTAL D.</b>

1	2	3	4	<b>E. CAMINAR, CORRER Y SALTAR.</b>
				*65. Se desplaza 5 pasos a la derecha con apoyo.
				*66. Se desplaza 5 pasos a la izquierda con apoyo.
				*67. Camina 10 pasos hacia adelante con apoyo de las dos manos
				*68. Camina 10 pasos hacia adelante con apoyo de una mano.
				*69. Camina 10 pasos hacia adelante, sin apoyo.
				*70. Camina 10 pasos hacia adelante, se para, gira 180° y retrocede.
				*71. Camina 10 pasos hacia atrás, sin apoyo.
				*72. Camina 10 pasos hacia adelante llevando un objeto con las dos manos.
				*73. Camina 10 pasos consecutivos hacia adelante entre paralelas separadas 20 cm.
				*74. Camina 10 pasos sobre una línea recta de 2 cm. de ancho.
				*75. Pasa por encima de una barra a la altura de la rodilla, con el pie derecho.
				*76. Pasa por encima de una barra a la altura de la rodilla, con el pie izquierdo.
				*77. Corre 4,50 m., se para, y vuelve al punto de salida.
				*78. Da una patada a una pelota con el pie derecho.
				*79. Da una patada a una pelota con el pie izquierdo.
				*80. Salta con los pies juntos una altura de 30 cm.
				*81. Salta con los pies juntos hacia delante 30 cm. sin apoyo.
				*82. Salta 10 veces sobre el pie derecho, dentro de un círculo de 61 cm.
				*83. Salta 10 veces sobre el pie izquierdo, dentro de un círculo de 61 cm.
				*84. Sube 4 escalones, alternando y con apoyo.
				*85. Baja 4 escalones, alternando y con apoyo.
				*86. Sube 4 escalones, alternando y sin apoyo.
				*87. Baja 4 escalones, alternando y sin apoyo.
				*88. Salta de un escalón de 15 cm. de altura, sin apoyo.
				<b>TOTAL E.</b>

0	1	2	3	D. BIPEDESTACIÓN
				52. Pasa a bipedestación con apoyo.
				53. Se mantiene en bipedestación sin apoyo 3 segundos.
				54. De pie, apoyado con una mano, eleva el pie derecho 3 segundos.
				55. De pie, apoyado con una mano, eleva el pie izquierdo 3 segundos.
				56. Se mantiene de pie sin apoyo 20 segundos.
				57. Se mantiene de pie sin apoyo, sobre extremidad inferior derecha, 10 segundos.
				58. Se mantiene de pie sin apoyo, sobre extremidad inferior izquierda, 10 segundos.
				59. Sentado sobre un banco bajo, puede levantarse sin apoyo.
				60. En posición caballero sobre rodilla derecha, se levanta sin apoyo.
				61. En posición caballero sobre rodilla izquierda, se levanta sin apoyo.
				62. Desde bipedestación, pasa a sentarse en la colchoneta sin apoyo.
				63. Pasa de bipedestación a cuclillas sin apoyo.
				64. Desde bipedestación coge objetos de la colchoneta sin apoyo.

0	1	2	3	E. CAMINAR, CORRER Y SALTAR
				65. Se desplaza 5 pasos a la derecha con apoyo.
				66. Se desplaza 5 pasos a la izquierda con apoyo.
				67. Camina 10 pasos hacia adelante con apoyo de las dos manos.
				68. Camina 10 pasos hacia adelante con apoyo de una mano.
				69. Camina 10 pasos hacia adelante, sin apoyo.
				70. Camina 10 pasos hacia adelante, se para, gira 180° y retrocede.
				71. Camina 10 pasos hacia atrás, sin apoyo.
				72. Camina 10 pasos hacia adelante llevando un objeto con las dos manos.
				73. Camina 10 pasos consecutivos hacia adelante entre paralelas separadas 20 cm.
				74. Camina 10 pasos sobre una línea recta de 2 cm. de ancho.
				75. Pasa por encima de una barra a la altura de la rodilla, con el pie derecho.
				76. Pasa por encima de una barra a la altura de la rodilla, con el pie izquierdo.
				77. Corre 4,50 m., se para, y vuelve al punto de salida.
				78. Da una patada a una pelota con el pie derecho.
				79. Da una patada a una pelota con el pie izquierdo.
				80. Salta con los pies juntos una altura de 30 cm.
				81. Salta con los pies juntos hacia delante 30 cm. sin apoyo.
				82. Salta 10 veces sobre el pie derecho, dentro de un círculo de 60 cm.
				83. Salta 10 veces sobre el pie izquierdo, dentro de un círculo de 60 cm.
				84. Sube 4 escalones, alternando y con apoyo.
				85. Baja 4 escalones, alternando y con apoyo.
				86. Sube 4 escalones, alternando y sin apoyo.
				87. Baja 4 escalones, alternando y sin apoyo.
				88. Salta de un escalón de 15 cm. de altura, sin apoyo.

