

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN FISIOTERAPIA Y DISCAPACIDAD



UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA

Efectividad de la terapia vibratoria en la marcha de niños con parálisis cerebral de tipo hemiparesia. Estudio analítico cuasiexperimental.

Effectiveness of vibration therapy on gait in children with hemiparesis-type cerebral palsy.
Quasi-experimental analytical study.

AUTOR

Dn. Sebastián Cayún Guarda.

DIRECTOR

Prof.^a Nuria Sánchez Labraca.



Facultad de
Ciencias de la Salud
Universidad de Almería

Curso Académico

2021/2022

Convocatoria

Julio

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 La Parálisis Cerebral Infantil	6
1.2. Fisiopatología.....	7
1.3. Prevalencia e incidencia.....	9
1.4. Etiología.....	9
1.5. Diagnóstico.....	11
1.6. Clasificación.....	12
1.7. Tratamiento.....	15
1.8. Nuevos métodos de terapia en PCI	18
2. OBJETIVOS	20
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Muestra	21
3.2 Procedimiento. Protocolo de actuación.....	23
3.3. Herramientas de Medida	15
4. RESULTADOS.....	31
5. ANALISIS CLINICO DE LA MARCHA.....	41
6. DISCUSIÓN.....	45
6.1. Limitaciones.....	49
7. CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXO	61

RESUMEN

Resumen: La Parálisis Cerebral se describe como un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura, que causan limitación de la actividad, producidas por alteraciones no progresivas que ocurrieron en el cerebro fetal o inmaduro durante su desarrollo. Entre un 40% a 60% de los niños con PCI, poseen una hemiparesia, que afecta a un lado del cuerpo y donde el miembro superior suele estar más afectado que el miembro inferior. El objetivo de este estudio es analizar la efectividad de la terapia vibratoria en niños con PCI tipo hemiparesia.

Materiales y Métodos: Estudio analítico con un grupo de intervención, de diseño cuasi experimental que tuvo una valoración previa y una posterior al tratamiento. Aplicando la terapia vibratoria de todo el cuerpo en un grupo de pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral hemipléjica. Las valoraciones e intervenciones se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro Interactúa con ayuda del equipo de fisioterapia de este, a través de la plataforma vibratoria Galileo Home Plus.

Resultados: Los resultados tras 17 sesiones de tratamiento post utilización del aparato vibratorio Galileo en los 6 participantes con diagnóstico de PCI de tipo hemiparesia, no muestran diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las pruebas: 10 metros y GMFM. Sin embargo, se muestra un acercamiento estadísticamente significativo ($P= 0,085$) en la prueba del “Time Up And Go” tanto para la evaluación de movilidad y equilibrio funcional.

Conclusión: La terapia vibratoria en niños con PCI tipo hemiparesia, no tiene un efecto que pueda plasmarse de manera estadística. Sin embargo, existen resultados clínicamente

significativos: mejoró la movilidad de miembros inferiores y su disociación post intervención, pero solamente en algunos participantes. Se encontró un efecto positivo en la calidad de la marcha y su velocidad, también el equilibrio funcional de los niños mejoró en la movilidad e independencia.

Palabras Clave: Parálisis Cerebral, Hemiparesia, Vibración de todo el cuerpo, Equilibrio, Marcha.

ABSTRACT

Cerebral palsy is described as a group of permanent movement and posture disorders that cause activity limitation, produced by non-progressive alterations that occurred in the fetal or immature brain during its development. Between 40% to 60% of children with PCI have hemiparesis, which affects one side of the body and where the upper limb is usually more affected than the lower limb. The aim of this study is to analyze the effectiveness of vibration therapy in children with hemiparesis type ICH.

Materials and Methods: Analytical study with an intervention group, quasi-experimental design that had a pre- and post-treatment assessment. Applying whole body vibration therapy in a group of patients diagnosed with hemiplegic cerebral palsy. The assessments and interventions were carried out in the facilities of the Interactúa Center with the help of its physiotherapy team, using the Galileo Home Plus vibratory platform.

Results: The results after 17 sessions of post-treatment using the Galileo vibration device in the 6 participants diagnosed with hemiparesis type ICP, do not show statistically significant differences in most of the tests: 10 meters and GMFM. However, a statistically significant approach ($P= 0.085$) is shown in the "Time Up And Go" test for both mobility and functional balance assessment.

Conclusion: Vibration therapy in children with hemiparesis-type ICP does not have a statistically significant effect. However, there are clinically significant results: it improved the mobility of lower limbs and their dissociation post intervention but only in some participants. A positive effect was found in the quality of gait and its speed, also the functional balance of the children improved in mobility and independence.

Keywords: Cerebral Palsy, Hemiparesis, Whole Body Vibration, Balance, Gait.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Parálisis Cerebral Infantil

La Parálisis Cerebral se describe como un grupo de trastornos permanentes del movimiento y la postura, que causan limitación de la actividad, producidas por alteraciones no progresivas que ocurrieron en el cerebro fetal o inmaduro durante su desarrollo ¹.

Es la causa más común de anomalías motoras que se observan en bebés y niños ². Si bien existe un consenso internacional con respecto a la definición de parálisis cerebral, algunos autores como Shevell, (2019) ⁶⁷, propone reconsiderarla, para evolucionar a un término como el de trastorno del espectro, dada su heterogeneidad en cuanto a su sintomatología y que no se trata específicamente de una condición clínica unitaria.

1.2 Fisiopatología.

El daño cerebral involucra una variedad de defectos motores, los cuales están relacionados en su mayor parte por la localización de la injuria cerebral, según el sitio anatómico, puede ser: en la corteza cerebral, el tracto piramidal, sistemas extra-piramidales o cerebelo, que suelen ir acompañados de alteraciones de la sensación, percepción, cognición, de la comunicación y la conducta, además de problemas musculoesqueléticos asociados ^{1,3,4}.

Dichas alteraciones en las vías tálamo-cortical y cerebelosa-cortical afectarán la planificación motora y su aprendizaje, la modulación de la fuerza muscular, dado por la debilidad de la musculatura de miembros inferiores, precisando que los niños con PC, solamente presentan

alrededor del 36% al 82% de la fuerza muscular que los niños con un desarrollo típico, viéndose comprometidas de igual forma las habilidades motrices finas ^{4, 5}.

De la misma forma existe una disfunción en las vías motoras descendentes que se proyectan hacia el tronco del encéfalo, provocando la existencia de reflejos primitivos que ya no deberían estar presentes, una desorganización a nivel postural y del movimiento, hiperreflexia, desregulación del tono muscular, lo que explica en los infantes una capacidad para caminar significativamente afectada debido a sus deficiencias motoras. Estas deficiencias son multifactoriales, donde destaca la espasticidad, pérdida de selectividad y debilidad muscular, ya mencionada. Pero donde también puede estar presente la distonía con cocontracciones musculares, entregando estabilidad postural a costas de pérdida de movilidad ^{4,6}.

En cuanto a la marcha independiente aproximadamente más de la mitad de los niños con parálisis cerebral pueden caminar sin ayuda, un 16% necesitan algún tipo de dispositivo de asistencia y un tercio no puede realizar la deambulación ^{7,8}, de igual forma detalló que el 50% de los niños con parálisis cerebral que se encontraban en las edades comprendidas entre 8 a 17 años podían caminar sin ayuda, y el 25% no lo lograba realizar.

Con respecto a los niños con parálisis cerebral asimétrica que caminan de forma autónoma se ha evidenciado que emplean menos sinergias que el lado menos afectado. Por lo cual se sugiere que las lesiones cerebrales serían responsables de las alteraciones tempranas del control neuromuscular ⁹.

Es así como se desarrollaría un pobre control motor, hipertonía, cambios en la musculatura en relación con factores tanto a nivel neuronal, de nutrición y de tipo mecánico, resultando en contracturas musculares y deformidades del sistema músculoesquelético ⁴.

El pie equino es una de las deformidades con más prevalencia en niños con parálisis cerebral, para lo cual encontramos en la literatura una gran muestra de definiciones para este mismo, siendo un impedimento para entender de manera concreta esta entidad patológica. Su detección clínica se puede realizar precozmente cuando los niños comienzan a pararse o a caminar.

Dentro de los elementos que causan el pie equino, encontramos la debilidad y desequilibrio muscular, espasticidad y contractura de la articulación del tobillo, sus articulaciones adyacentes o la musculatura asociada. En principio se describe una contractura de tipo dinámica, netamente por un desequilibrio muscular, pero que a largo plazo puede convertirse en una contractura fija, abarcando los componentes de tejidos blandos, articulares y óseos ¹⁰.

Se ha demostrado que la fuerza del tobillo que se produce en la fase de impulso disminuye en los niños con PC en más del 40% durante la marcha ⁵. Lo que nos muestra la importancia de mantener una adecuada potencia en la musculatura flexora plantar, que servirá tanto en la longitud del paso y la velocidad de la marcha ¹¹.

Tanto los déficits intelectuales, visuales y auditivos, o la presencia de epilepsia, están estrechamente relacionados con la capacidad que tienen los niños para caminar, por ende, se puede estimar como un indicador de la carga de discapacidad total ⁷.

Por lo cual, no sólo lograr un óptimo desarrollo de la marcha y balance postural es fundamental, sino que también juega un papel relevante la actividad física, el rendimiento al caminar y el nivel de participación en la esfera social de las actividades de la vida diaria de los niños con parálisis cerebral ^{12,13,14}; por lo tanto, han de tomarse en cuenta para el objetivo central de intervención que ayude a mejorar su calidad de vida ^{15, 13}.

1.3 Prevalencia e incidencia.

En España casi la totalidad de investigaciones no han estudiado el tema epidemiológico, sino que se han centrado en las complicaciones y tratamiento de parálisis cerebral ¹⁶.

Los datos de la población infantil en PC en Australia y Europa han informado una prevalencia histórica que varía entre un 1,5 y 2,5 por cada 1000 nacidos vivos ¹⁷.

En algunos países de ingresos económicos altos, ha disminuido en un 30% la tasa de PCI, lo que reduce la prevalencia a 1,4 por 1000 nacidos vivos. Se observó una disminución entre los niños que nacieron antes de 28 semanas y a las 37 semanas o incluso después ¹⁸. No se registran diferencias en cuanto a prevalencia que tengan que ver con el sexo ¹⁶.

Sin embargo, la incidencia entre los bebés prematuros con un peso al nacer inferior a 1500 gramos fue más de 70 veces mayor que en los niños con un peso al nacer de 2500 gramos y más ¹⁹.

1.4 Etiología.

Aproximadamente más del 50% de los lactantes con parálisis cerebral (PC) nacen a término o casi a término, y en su mayor parte tiene PC adquirida antes o en el periodo perinatal. Las anomalías congénitas o complicaciones del crecimiento intrauterino están presentes en un 48,6% en estos grupos de partos a término o casi a término. De los cuales también entre el 15 y 40% presentan una anomalía congénita relevante. Si bien el historial clínico predictivo para parálisis cerebral en algunos bebés se da a raíz de una encefalopatía neonatal o accidente cerebrovascular neonatal, existen otros que no presentan factores de riesgo que sean fáciles de identificar ²⁰.

La PC a su vez tiene múltiples etiologías que afectan de distinta forma y en diferentes lugares del cerebro, lo cual entrega esa gran gama de hallazgos clínicos posibles ²¹. Algunas causas específicamente según el momento de aparición son las siguientes:

-Factores de riesgo prenatales: presencia excesiva o aumento de líquido amniótico (polihidramnios) o volumen deficiente de líquido amniótico (oligohidramnios); hemorragias, infecciones, pre-eclampsia, anomalías de la placenta, defectos de nacimiento mayores y menores; pequeños y grandes para la edad gestacional y pluralidad, embarazo múltiple y género.

-Factores de riesgo intraparto: duración del trabajo de parto, ruptura de membranas prolongada, aspiración de meconio, presentación de nalgas del bebé al nacer, sección de cesárea, parto de tipo instrumentado, cordón umbilical alrededor del cuello, prolapso del cordón umbilical, desprendimiento de la placenta, ruptura uterina, hemorragia o asfixia al nacer.

-Factores de riesgo neonatales: convulsiones, hipoglucemia, ictericia e infección, dificultad respiratoria ²².

-Factores de riesgo posneonatales: infección del sistema nervioso central: meningitis y encefalitis, sepsis, accidente cerebrovascular ^{22,23}.

A pesar de la descripción que existe detallada de factores de riesgo, el 80% de los casos no tienen una causa clara, por lo que se consideran idiopáticos ²⁴.

En una revisión de la literatura se identificaron 38 factores de riesgo, de los cuales 10 fueron asociados de manera consistente con un riesgo estadísticamente significativo en los recién nacidos a término con parálisis cerebral. Dentro de ellos destaca la asfixia al nacer, donde el tratamiento

consiste en aplicación de hipotermia moderada, lo cual tiene como objetivo disminuir el riesgo de lesión cerebral permanente en un 10% aproximadamente. Hay estimaciones que detallan que 1 de cada 6 a 9 casos de PC por asfixia al nacer, puede prevenirse si el recién nacido recibe hipotermia moderada dentro de las 6 horas después de ocurrido el evento causal ²⁵.

También existe evidencia consistente para proponer estrategias de prevención y disminuir la probabilidad de que ocurran, como lo son el bajo peso al nacer, por ejemplo, reduciendo la ingesta de alcohol previo al embarazo, y aspiración de meconio, previniendo el trabajo de parto prolongado ²².

1.5 Diagnóstico:

La parálisis cerebral o su alto riesgo de padecerla se puede diagnosticar de una manera precisa y temprana a través del razonamiento clínico en conjunto con herramientas estandarizadas. Entre los criterios esenciales requeridos de disfunción motora se encuentran los siguientes signos de alerta:

La calidad del movimiento del bebé se encuentra reducida, con ausencia de movimientos generales inquietos, asimetría de la mano, observable de manera temprana o puntajes HINE subóptimos.

Las actividades motóricas del lactante pueden notarse ampliamente disminuidas, en un nivel por debajo de lo esperado en relación con su edad cronológica, ya sea en un puntaje anormal en una evaluación motriz estándar, observaciones clínicas o de padres, retraso en la adquisición de control cefálico, no lograr sentarse, incapacidad para el agarre o de alcance por ejemplo con juguetes.

-Criterios adicionales (al menos uno obligatorio): Neuroimagen anormal, RMN anormal con o sin ecografía craneal seriada en bebés prematuros.

Los patrones más predictivos para esto son: Lesión de sustancia blanca (leucomalacia periventricular quística o infartos hemorrágicos periventriculares), lesiones de tipo cortical y sustancia gris profunda (lesión de ganglios basales y tálamo, lesión de cuenca hidrográfica, accidente cerebrovascular o encefalomalacia multiquística. También alteraciones del desarrollo cerebral.

La evidencia de alta calidad aconseja que, para riesgos detectables en el recién nacido antes de los 5 meses de edad corregida, la evaluación de movimientos generales con la resonancia magnética neonatal tiene un 95% de precisión aproximadamente. Para bebés con riesgos detectables después de los 5 meses de edad corregida, la HINE más RM neonatal tiene precisión de más de un 90%, por ende, se recomiendan ²⁴.

1.6 Clasificación.

En consecuencia, existen diferentes tipos de clasificaciones, que nos permiten categorizar la parálisis cerebral. Nos centraremos en su descripción de acuerdo con el tipo motor, topografía y severidad motora ¹.

Tipo motor: los cuales incluyen parálisis cerebral espástica, siendo la más frecuente con un 85%, discinética con un 7% que incluye a la distonía y coreoatetosis y atáxica en un 4 %. La PC hipotónica de tipo motor predominante con un 3% de los casos, se reconoce en Australia, pero existe un desacuerdo internacional sobre si es verdaderamente PC ²⁶.

Topografía: el tipo motor espástico se clasifica topográficamente como unilateral, la cual abarca un grupo de 3 entidades:

Monoplejia: la que afecta una extremidad siendo más frecuente en la extremidad inferior.

Hemiplejia: de un 40-60% que afecta a un lado del cuerpo y donde el miembro superior suele estar más afectado que el miembro inferior. La hemiplejia espástica está presente en mayor frecuencia en bebés nacidos a término, teniendo como causa a un accidente cerebro vascular intrauterino o perinatal en casi la totalidad de casos ².

En la RM se pueden observar lesiones vasculares focales en este subtipo de parálisis cerebral ²⁷.

La otra clasificación es la bilateral que afecta a ambos lados del cuerpo ¹⁷. Se puede predecir a través de ciertos factores la aparición de parálisis cerebral espástica bilateral. A través del reconocimiento de movimientos generales sincronizados y encogidos en un periodo de varias semanas a contar desde la edad de término, las cuales evolucionan a una desaparición de movimientos denominados de tipo ‘nerviosos’ a los 3 meses, que normalmente presentaría un niño con un desarrollo típico ²⁸.

Es así como la PC espástica bilateral incluye:

Diplejia: constituyendo de un 10% a 36%, donde están todos los miembros afectados, pero los miembros inferiores están mucho más afectados que los miembros superiores, que con frecuencia solamente presentan una alteración de la motricidad fina. Los niños con diplejia espástica tienen una función cognitiva normal y su pronóstico para la deambulaci3n independiente es muy promisorio ^{2,26}.

Tetraplejia: siendo desde un 24% a 31%, asociado con un parto prematuro, posee un patrón habitual donde hay afectación unilateral de miembros superiores y afectación bilateral (asimétrica) de los miembros inferiores. La extremidad inferior está marcadamente más afectada del mismo lado que la afectación de la extremidad superior.

Cuadriplejia: Forma más severa, donde las cuatro extremidades y el tronco están comprometidos. Con importantes limitaciones en lo funcional, déficit intelectual grave, alteraciones visuales, epilepsia y otras afecciones asociadas. Existe un mal pronóstico para los niños con este fenotipo en cuanto a la deambulación independiente ².

Los tipos motores discinéticos, atáxicos e hipotónicos no se clasifican topográficamente ²⁶.

Gravedad motora: A partir de los dos años de edad, se establece la severidad de la parálisis cerebral mediante el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS), el cual es el más utilizado internacionalmente. Nos muestra el nivel de movilidad y función motora gruesa de un niño. El GMFCS está dividido en 5 niveles y 4 agrupaciones de edad.

Nivel I: Es el más leve, los niños logran caminar tanto en casa como en su entorno comunitario. Son independientes al subir escaleras y no requieren de barandillas. Pueden correr y saltar, pero tanto la coordinación, el equilibrio y velocidad están limitados.

Nivel II: Suelen caminar en la mayoría de los entornos, pero presentan dificultades para realizar caminatas en distancias largas y mantener el equilibrio en superficies irregulares. Suben escaleras con apoyo en barandillas. Capacidad mínima para correr y saltar.

Nivel III: Los niños caminan utilizando un dispositivo de movilidad portátil en entornos interiores. Suben escaleras con apoyo en barandas y supervisión. Usan movilidad con ruedas en largas distancias para auto propulsarse.

Nivel IV: Requieren asistencia física para sus métodos de movilidad. Son capaces de caminar pequeñas distancias en su hogar con ayuda o utilizan andador de apoyo corporal. En su comunidad se transportan en silla de ruedas tanto manual como a motor.

Nivel V: Siempre con silla de ruedas manual. Presentan limitaciones para mantener posturas anti gravitatorias en cabeza y tronco. Dificultad para controlar movimientos de brazos y piernas ²⁹.

1.7 Tratamiento.

De acuerdo con la evidencia, la neurociencia nos demuestra que el desarrollo cerebral y el refinamiento de su sistema motor, sigue continuamente posterior al nacimiento, debido a la actividad de la corteza motora. En este mismo sentido, se puede inducir neuroplasticidad a través de la intervención temprana específica para parálisis cerebral ^{30,31}.

A la vez minimiza las adaptaciones perjudiciales en el crecimiento y desarrollo de músculos y huesos ²⁴. Además, tenemos por otra parte el rol fundamental de la fisioterapia en esta patología, la cual mejora la fuerza muscular, la resistencia muscular local y el rango de movimiento articular en niños con PC ^{32,33, 2}.

La evidencia actual, recomienda el uso de enfoques basados en actividades en fisioterapia. Pero para poder obtener resultados efectivos en el aprendizaje motor, se requiere la participación del niño/a en la tarea tanto física como mental, donde el protocolo debe ser lo suficientemente intenso y la práctica, específica de la tarea, también debe ser variable y desafiante ⁴.

Los ejercicios específicos de fisioterapia están elaborados para mejorar el equilibrio, el control postural, la marcha y ayudar con la movilidad y las transferencias. En conjunto también, para prevenir y/o reducir las contracturas articulares ².

Novak *et al.* (2019), realizaron una revisión sistemática sobre intervenciones para prevenir y manejar la parálisis cerebral. Las que se pueden utilizar desde la fisioterapia y que presentan mayor evidencia son:

Entrenamiento de observación de la acción: Se realiza a través de la observación de un video donde se le muestra una acción específica al niño/a que luego se debe repetir para tratamiento de MMSS ³⁴.

Entrenamiento bimanual: Consiste en la realización de tareas específicas, que incluyan ambas manos, así se pretende la mejora eficaz de la mano que se encuentre afectada en tareas bimanuales ³⁵.

Terapia de movimiento inducida por restricciones (CIMT): Es el entrenamiento intensivo y repetitivo estructurado de la extremidad superior afecta y contención de la extremidad superior sana o con menos afectación. Busca restaurar la función motora de la mano, aumentar su funcionalidad en las actividades de la vida diaria y generar neuroplasticidad ³⁶.

Entrenamiento de la movilidad en miembros inferiores: específicamente movimientos y posturas corporales en pro de la funcionalidad de la marcha, resistencia y función motora gruesa. Se puede complementar en conjunto de realidad virtual y biorretroalimentación ³⁷.

Entrenamiento en cinta de correr (treadmill) y con soporte parcial de peso corporal: Se ocupa un arnés dispuesto alrededor del tronco, el cual está suspendido de una estructura superior,

para disminuir fuerzas gravitatorias, favoreciendo la marcha y promoviendo un patrón lo más cercano a la normalidad al momento de caminar sobre el tapiz rodante ³⁸ .

Terapia de Neurodesarrollo Bobath: Es un abordaje terapéutico, inclusivo e individualizado, para optimizar la recuperación del movimiento y el potencial para personas con diagnóstico de patología neurológica. Busca optimizar la independencia funcional minimizando el comportamiento motor compensatorio y evitar el desarrollo de impedimentos secundarios ³⁹. El análisis del movimiento funcional considera la influencia de la información sensorial en la interacción relativa del control postural, movimiento selectivo y procesos cognitivos/perceptivos ⁴⁰ .

Ha mostrado su efectividad sobre otros abordajes en estudios de espasticidad, velocidad de la marcha, control de tronco y equilibrio ^{41,42}. Se utiliza la facilitación manual, que mejora la eficiencia de la transferencia de sedente a bípedo ⁴³, la alineación activa de los segmentos del cuerpo (tronco, cabeza y extremidades), las cuales son esenciales para la calidad del movimiento.

Se encontraron intervenciones complementarias y que pueden aumentar los efectos positivos del entrenamiento, aunque justifican más investigación. Éstas son:

- Estimulación eléctrica; estimulación transcraneal de corriente continua.
- Hidroterapia.
- Kinesio-tape y videojuegos de realidad virtual.

La intervención multidisciplinaria integral que incluye: toxina botulínica, carga de peso, entrenamiento motor y cirugía ortopédica en el momento y dosis correcta pueden prevenir la luxación de cadera.

Los datos indican que, para las contracturas, los niños toleran mejor el yeso cuando se aplica 4 semanas después de la inyección de toxina botulínica en lugar de usarlas inmediatamente. En conjunto se recomienda el entrenamiento activo de fuerza y entrenamiento dirigido a objetivos, para hacer un uso funcional del nuevo rango de movimiento ganado. Se concluyó también que el enriquecimiento ambiental para fomentar el desempeño de la tarea es efectivo y la adaptación del entorno a través de la terapia centrada en el contexto. Todas estas intervenciones tienen en común la práctica de tareas y actividades de la vida diaria. Hay utilización de movimientos activos autoiniciados, que son de alta intensidad. La práctica está centrada directamente al logro de un objetivo establecido por el niño o por los padres, siendo siempre funcional ⁴⁴.

1.8 Nuevos métodos de terapia en PCI.

La estimulación neuromuscular mecánica a través del uso de plataformas vibratorias se presenta como posibilidad de utilización en el tratamiento del paciente con distintos tipos de patologías neurológicas. Las investigaciones realizadas en la Universidad de Colonia, Alemania, en 2006, “Concepto Colonia”, mostró en sus inicios efectos muy prometedores en el campo de la neuropediatría.

La ‘terapia Galileo’ con plataforma vibratoria obtuvo resultados positivos en la mineralización ósea de los niños con PC, debido al aumento de la perfusión sanguínea, que también favorece otras funciones y mejoras significativas relevantes en la función motora, medidas en diferentes dimensiones de la Escala Motora de la Función Gruesa ^{45,46}.

Actualmente se han confirmado estos hallazgos sobre la mejora de la densidad ósea del fémur, el contenido mineral óseo corporal total y la masa magra en niños y adolescentes con discapacidades motoras ⁴⁷.

Las vibraciones producen la estimulación de motoneuronas alfa de los husos neuromusculares, que conducen al reflejo de vibración tónica ^{48,49}. Se ha logrado demostrar que las vibraciones estimulan también a mecanorreceptores periféricos, lo que podría inducir a neuroplasticidad a través de vías somatosensoriales y motoras si se aplican repetitivamente ⁵⁰.

La evidencia apoya un efecto favorable del entrenamiento funcional de la marcha para mejorar la capacidad y el parámetro de velocidad al caminar, longitud de zancada, el tiempo de ciclo y el ángulo del tobillo en conjunto con el equilibrio en niños y adultos jóvenes con PC en un amplio rango de edad y gravedad de la limitación de la movilidad ^{37,51,52}. En relación sobre la función muscular al caminar, se ha determinado que son mayores los efectos de los que podría entregar la terapia estándar individual ⁴⁶.

Es una terapia que, al optimizar el tratamiento, genera que los primeros efectos neuromusculares en general se aprecien rápidamente; por lo tanto, si se usa el ejercicio correcto para el efecto de la terapia deseada, el efecto deseado debería ser visible en minutos ⁵³.

Ayuda a mejorar la espasticidad de personas con trastornos del sistema nervioso central, fuerza muscular y coordinación ^{54,55}.

Existe una modulación aguda del control motor en niños con espasticidad. Las respuestas reflejas patológicas reducidas y con una mayor activación muscular voluntaria, mejor coordinación intermuscular de los antagonistas y una mayor movilidad de la articulación de la rodilla, podrían interpretarse como una reducción de los déficits asociados a la parálisis cerebral. Dado que el grupo actual de sujetos jóvenes probablemente todavía subyace a un proceso de reorganización y maduración del cerebro en desarrollo, esto podría ser particularmente beneficioso para lograr la adaptación neuronal y así prevenir cambios estructurales secundarios ⁵⁶.

Dado que la parálisis cerebral se presenta como una entidad clínica heterogénea en cuanto a etiología y fisiopatología ¹, decidimos centrar nuestro estudio en el subgrupo de la parálisis cerebral hemipléjica y sobre los componentes de su marcha, la cual será nuestra población diana a investigar.

La mayoría de los artículos científicos que se encuentran sobre este tipo de terapias, recalcan la importancia de seguir investigando para observar los resultados que se obtienen en el tratamiento de distintas poblaciones e insisten en que debe ser uno de los complementos que formen la terapia.

2. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar la efectividad de la terapia vibratoria en niños con PCI tipo hemiparesia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Valorar cuantitativamente si existe un aumento de la movilidad de miembros inferiores.

Evaluar el aumento de la longitud del paso y zancada de niños con PCI.

Lograr una mejor calidad de la marcha.

Valorar el equilibrio funcional en los niños del estudio.

3. METODOLOGIA

Diseño

Se realizó un estudio analítico con un grupo de intervención, de diseño cuasi experimental que tuvo una valoración previa y una posterior al tratamiento. Aplicando la terapia vibratoria de todo el cuerpo en un grupo de pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral hemipléjica.

El estudio fue aprobado en conjunto tanto por las responsables del centro de Fisioterapia Infantil Interactúa como por el programa UAL Transfiere 2021; además de los familiares y/o tutores legales de los participantes que firmaron previamente un consentimiento informado (ANEXO I). Las valoraciones e intervenciones se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro Interactúa con ayuda del equipo de fisioterapia de este.

3.1 Muestra

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

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 que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos.

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

Sujetos excluidos del estudio

No existieron participantes que se hayan excluido del estudio.

Criterios de selección.

- *Criterios de inclusión:*

- Diagnóstico de trastorno neurológico del desarrollo: Parálisis Cerebral. (De acuerdo con DSM-V)
- Edad comprendidas entre 2 a 11 años.
- GMFCS I y II.
- 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.
 - Prótesis.
 - Inicio de otro tipo de terapia diferente a la actual.
 - No tener indicación de Fisioterapia.

3.2 Procedimiento. Protocolo de actuación.

El protocolo para esta investigación consistió en 3 sesiones por semana en un período global de seis semanas, donde las dos primeras se utilizaron para el acondicionamiento de los sujetos en la plataforma. La terapia vibratoria se realizó con un equipo de terapia vibratoria 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

Tabla 1. Características del aparato vibratorio Galileo Home.



Imagen 1. Galileo® Home Plus.

Las sesiones de tratamiento tenían una duración global de 30 minutos aproximadamente. Se establecieron que sean 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 ^{56, 57}.

La frecuencia utilizada varió de 16-25 Hz., posición de 1,5-3 ⁴⁶. Iniciando en la primera semana con 17-18 Hz, para luego ir progresando hasta los 20 Hz.

Hubo niños que solamente tuvieron 2 sesiones por semana y otras 3 sesiones por semana.

Según el grado de afectación y funcionalidad, se tuvo que adecuar de manera individual cada ejercicio según la necesidad de cada niño.

Los ejercicios fueron los siguientes:

1. Posicionamiento en estiramiento de Isquiotibiales/Cadena Posterior.

Primer ejercicio para realizar durante la sesión. La posición de los pies ubicada en una amplitud de 2mm 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, esta posición se mantenía durante 3 minutos (Imagen 2).



Imagen 2

Galileo® Home Plus en 18 Hz, posición del pie 2mm, piernas rectas, manos empujando hacia abajo en el banco para relajar sus tendones.

2. Flexión de cadera en bipedestación. Con apoyo de la extremidad en flexión sobre un objeto rectangular.

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 (Imagen 3).



Imagen 3

Posición para apuntar a la disociación de las extremidades inferiores, estabilidad pélvica y de tronco.

3. Extensión de cadera en bipedestación (con apoyo de balón, algún otro objeto o fisioterapeuta por detrás del niño induciendo a la EEII).

Al igual que el ejercicio anterior, la posición del miembro inferior sobre la plataforma es en la 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. (Imagen 4).



Imagen 4

Fortalecimiento isométrico de los tendones sosteniendo la pierna opuesta, mejorando postura y disminuyendo la hiperextensión.

4. Sentadillas estáticas y dinámicas.

En este ejercicio se regresan los pies en la amplitud 2mm 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. (Imagen 5).



Imagen 5

Tres minutos de sentadillas en la placa vibratoria de Galileo, que podían combinarse con ejercicios basados en la actividad.

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

Evaluación

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

Variables

La variable independiente es la utilización de la plataforma vibratoria, como variables dependientes fueron escogidas los datos remitidos por la prueba de los 10 metros, Time Up and Go y el análisis de los componentes de la marcha. Asimismo, se tuvieron en cuenta otras variables relevantes como el grado de afectación y la utilización o no de órtesis.

3.3 Herramientas 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. Sólo un participante lo realizo con DAFO ⁵⁸.
- Prueba de marcha de 10 metros: 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 ⁵⁹ (ANEXO II).
- Gross Motor: se evaluaron a los participantes con la escala Gross motor 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 ⁶⁰ (ANEXO III).

- Análisis de parámetros de la marcha: Longitud del paso, zancada y número de pasos x min.: Se evaluarán por medio de la filmación de videos a través de los test ya descritos anteriormente.

Análisis de datos

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

Se ha utilizado un nivel de significación estadística de 0,05.

Se realizó el K-S (Kolmogorov Smirnov) en la muestra para determinar si los valores de las variables cuantitativas tenían distribución normal. Se concluyó que los valores tenían una distribución normal. Aunque el tamaño muestral era escaso, se utilizaron valores paramétricos con la t de student.

4. RESULTADOS

La representación de los resultados que se obtuvieron a través del análisis estadístico se muestra a continuación.

Primero, un análisis descriptivo de la población de estudio, tanto para la edad, sexo, nivel de PCI, tipo de deambulación y uso de órtesis.

Además, se expresan las variables de estudio (GMFCS, Time Up And Go, Prueba de 10 metros).

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 6 niños/as, que se trataban en el centro de fisioterapia infantil Interactúa de la ciudad de Almería.

La edad mínima era de 2 años y edad máxima de 11 años obteniéndose un rango de $4,83 \pm 3,32$ en el 95% de la muestra en cuanto a dicha variable. De acuerdo con la variable de sexo, 3 de nuestros pacientes eran niñas y 3 niños. Asimismo, con el nivel de PCI, encontramos que 5 niños tenían nivel GMFCS I y 1 tenían nivel GMFCS II.

Los datos se encuentran plasmados en la Tabla II, que se presenta a continuación.

Sujetos	Edad	Sexo	Nivel	Diagnóstico	Tipo	de	Órtesis
N=6			GMFCS		deambulación		
1	2	Niño	Nivel I	PC Hemiplejia	Independiente		DAFO
2	2	Niña	Nivel II	PC Hemiplejia	Con ayuda física		No
3	4	Niña	Nivel I	PC Hemiplejia	Independiente		DAFO
4	5	Niña	Nivel I	PC Hemiplejia	Independiente		DAFO
5	5	Niño	Nivel I	PC Hemiplejia	Independiente		Plantilla
6	11	Niño	Nivel I	PC Hemiplejia	Independiente		No
<i>Media (desviación estándar)</i>		4,83 (3.32)					
<i>Máximo/Mínimo</i>		11.00/2.00					
<i>Frecuencia</i>		Niña 3 Nivel I 5 Niño 3 Nivel II 1					

Tabla II. Estadísticos descriptivos de las variables demográficas.

Los resultados que comparan las medias tras 17 sesiones de tratamiento post utilización del aparato vibratorio Galileo, con los datos basales de los 6 individuos, no muestran diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las pruebas: 10 metros y GMFM. Sin embargo, se muestra un acercamiento estadísticamente significativo ($P= 0,085$) en la prueba del “Time Up And Go” en la evaluación de movilidad y equilibrio funcional. (tabla III).

		Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	t- Student	p- valor
Par	Prueba	Time					
1	Up and Go-Pre	7,1200		0,00	10,00		
			3,63919				
						2,145	0,085
	Prueba	time					
	Up and Go	6,3650	3,26863	0,00	9,32		
	Post						
Par	Prueba	10					
2	metros-Pre	1,7717	0,89051	0,00	2,48		
						1,469	0,202
	Prueba	10					
	metros-Post	1,7067	,88403	2,48	2,54		
Par	GMFCS						
3	decúbito y	99,0200		96,08	100,00		
	volteo-pre		1,63985				
	GMFCS					-1,000	0,363
	decúbito y	99,6733	0,80017	98,04	100,00		
	volteo-post						
Par	GMFCS						
4	Sedestación	96,9433	3,05929	93,33	100,00		
	pre/					-1,581	0,175

	GMFCS						
	Sedestación- post	97,4983	3,29292	93,33	100,00		
Par	GMFM						
5	Cuadrupedia- Pre	88,4917	15,46259	59,52	100,00		
	GMFM					-1,973	0,106
	Cuadrupedia- post	90,7817	14,54321	61,90	100,00		
Par	GMFM						
6	Bipedestación -pre	82,2900	14,63955	61,54	100,00		
	GMFM					-1,667	0,156
	Bipedestación- post	86,3033	13,63039	61,54	100,00		
Par	GMFM					-2,015	0,100
7	Correr, caminar y saltar-pre	71,7600	36,62744	0,00	97,22		
	GMFM						
	Correr, caminar y saltar- post	80,0933	26,72451	27,78	100,00		

Tabla III. Resultados de los análisis de grupo de los 6 participantes. El conjunto de variables comparadas se denomina con la palabra “par”.

En lo referido al Time Up and Go, el cual se destaca frente a la no significación estadística de los demás pruebas Podemos apreciar que se ha hallado que, en cuanto al parámetro del tiempo, hay un incremento en la valoración final tras intervención y por ende en lo referido a la velocidad; se muestra una mejora en cada uno de los sujetos, siendo el mayor incremento en 2,36 seg., y el menor en 0,20 mseg. Lo que acompaña a la observación clínica de la marcha que se realizó, ya que, aunque esta prueba no mida la calidad del movimiento al realizarlo, se pudo apreciar que los participantes si obtuvieron resultados positivos en la manera en cómo hacían y completaban el test en la medición post Galileo, mejorando en su movilidad independiente y el equilibrio.

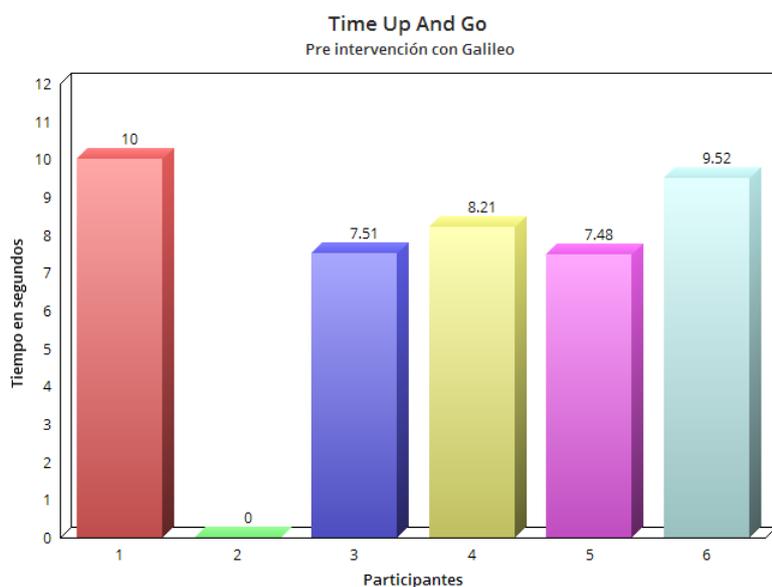


Gráfico I. TUG Pre-intervención con Galileo.

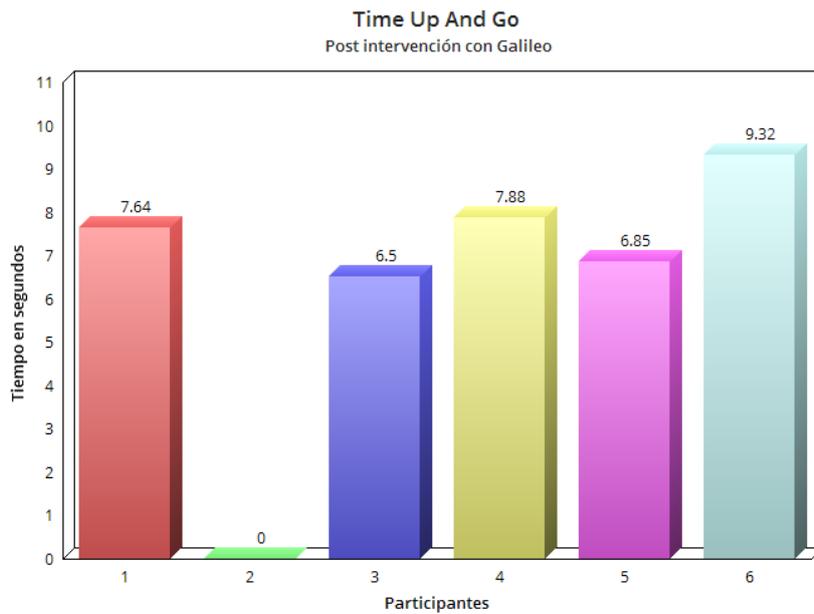


Gráfico II. TUG Post intervención con Galileo.

La prueba de 10 metros no tuvo una significación estadística que se pueda destacar. Las diferencias medidas en segundos, entre el pre y post son mínimas.

Participante	10 metros Pre	10 metros Post
1	2,48 seg.	2,54 seg.
2	No realiza	No realiza
3	1,96 seg.	1,70 seg.
4	2,19 seg.	2,15 seg.
5	2,07 seg.	1,99 seg.
6	1,93 seg.	1,86 seg.

Tabla IV. Resultados de la prueba de 10 metros antes y después de la intervención con Galileo.

En cuanto a la GMFM, se quiso prestar atención y entregar mayor énfasis en los ítems de bipedestación, caminar, correr y saltar, los que muestran mayor dificultad de realización y por lo tanto una menor puntuación.

Se observa un incremento post intervención en gran parte de los ítems de todos los participantes. Destacan bipedestación, caminar, correr y saltar, además del ítem de cuadrupedia-rodillas. Donde el aumento de porcentaje si bien no fue tan amplio, en algunos participantes llegó a mejorar en un 11%.

Aunque estos resultados no se expresaron de manera estadística, si son clínicamente significativos, dada la importancia para los niños con PCI de mejorar en su función motora gruesa, teniendo en cuenta que el estar de pie y caminar presentan demandas posturales altas para su autonomía.

Destaca el sujeto 001, con el mayor aumento en el ítem de “Caminar, correr, saltar”, teniendo una progresión de un 11,11%. Se aprecia en la Tabla V.

SUJETO 001			
Decúbito y volteo pre	100%	Decúbito y volteo post	100%
Sedestación pre	100%	Sedestación post	100%
Cuadrupedia y de rodillas pre	88,10%	Cuadrupedia y de rodillas post	92,86%
Bipedestación pre	69,23%	Bipedestación post	82,05%
Caminar y correr pre	68,06%	Caminar y correr post	79,17%

Tabla V. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

También el participante 002, logró mejorar en un 27,78%, desde 0% en el ítem de “Caminar, correr y saltar”. Dada una condición específica en la cadera, que le dificultaba tener una marcha independiente.

SUJETO 002			
Decúbito y volteo pre	100%	Decúbito y volteo post	100%
Sedestación pre	93,33%	Sedestación post	93,33%
Cuadrupedia y de rodillas pre	59,52%	Cuadrupedia y de rodillas post	61,90%
Bipedestación pre	61,54%	Bipedestación post	61,54%
Caminar y correr pre	0,00%	Caminar y correr post	27,78%

Tabla VI. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

SUJETO 003			
Decúbito y volteo pre	100%	Decúbito y volteo post	100%
Sedestación pre	98,33%	Sedestación post	100%
Cuadrupedia y de rodillas pre	100%	Cuadrupedia y de rodillas	100%
Bipedestación pre	93,87%	Bipedestación post	94,87%
Caminar y correr pre	91,67%	Caminar y correr post	95,83%

Tabla VII. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

SUJETO 004			
Decúbito y volteo pre	96,08%	Decúbito y volteo post	100%
Sedestación pre	93,33%	Sedestación post	93,33%
Cuadrupedia y de rodillas pre	85,71%	Cuadrupedia y de rodillas	92,31%
Bipedestación pre	82,05%	Bipedestación post	92,31%
Caminar y correr pre	81,94%	Caminar y correr post	84,72%

Tabla VIII. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

SUJETO 005			
Decúbito y volteo pre	100%	Decúbito y volteo post	100%
Sedestación pre	100%	Sedestación post	100%
Cuadrupedia y de rodillas pre	100%	Cuadrupedia y de rodillas	100%
Bipedestación pre	100%	Bipedestación post	100%
Caminar y correr pre	97,22%	Caminar y correr post	100%

Tabla IX. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

SUJETO 006			
Decúbito y volteo pre	98,04%	Decúbito y volteo post	98,04%
Sedestación pre	96,67	Sedestación post	98,33%
Cuadrupedia y de rodillas pre	97,62%	Cuadrupedia y de rodillas	97,62%
Bipedestación pre	87,05%	Bipedestación post	87,05%
Caminar y correr pre	91,67%	Caminar y correr post	93,06%

Tabla X. Valoración de GMFM antes y después de la intervención con la plataforma vibratoria Galileo.

5. Análisis clínico de la marcha.

-Participante 001:

Valoración pre-intervención con Galileo:

Al iniciar la marcha la amplitud de la zancada es mayor, en el trayecto aumenta la cadencia, por la mayor cantidad de pasos. Presenta mayor flexión de rodilla en la extremidad derecha y torsión interna. No existe un apoyo de talón efectivo en extremidad inferior derecha, realiza todo el recorrido en plantiflexión. Disminución de la disociación de cintura escapular, pélvica y miembros inferiores.

Valoración post-intervención con Galileo:

En la valoración final no se aprecian cambios significativos. La longitud del paso es similar a la evaluación inicial. No se aprecia una mayor disociación en miembros inferiores y el control de tronco es similar a cuando comenzó.

-Participante 002:

Valoración pre-intervención con Galileo:

Al inicio de la terapia intentaba realizar la marcha, en la cual existía una rotación externa y abducción de cadera exagerada. Al estar sobre la plataforma no lograba mantenerse en los posicionamientos, presentando un pobre control de tronco, sus reacciones de equilibrio no eran efectivas.

Valoración post-intervención con Galileo:

Se logró apreciar mejoría en la disociación de miembros inferiores cuando se le ayuda a dar el paso. En bipedestación, ahora puede hacerlo por más tiempo, apoyada en la pared o algún objeto. Logró una leve mejoría en control postural y estabilidad de tronco, en conjunto con sus reacciones de equilibrio. Incluso se pudo agregar actividades funcionales y de juego.

-Participante 003:

Valoración pre- intervención con Galileo:

Rotación interna de miembro inferior izquierdo. La longitud del primer paso del lado derecho es más amplia. Se aprecia elevación exagerada de rodilla para no tropezar con el suelo. Existe adelantamiento de tronco, lo que altera el centro de gravedad del cuerpo. El choque de talón en el pie derecho es efectivo al dar el primer paso, pero la caída del pie sobre la superficie se realiza con ante pie y medio pie, por debilidad del grupo muscular dorsiflexor.

Valoración post-intervención con Galileo:

Mejóro su control de tronco por lo cual también la disociación de miembros inferiores. La longitud del paso derecho es similar a la del izquierdo, siendo más simétrico. Si bien aún persiste la flexión de rodilla exagerada es menor y no presenta un adelantamiento de tronco tan visible. Su marcha sigue siendo ligeramente acelerada. El apoyo de talón es similar a la primera valoración, aunque ahora es más efectivo en ambos miembros inferiores.

-Participante 004:

Valoración pre-intervención con Galileo:

Se impulsa con un pequeño salto para avanzar con la pierna derecha en mayor extensión. Leve circunducción en su extremidad inferior izquierda (lado de hemiparesia). Hay apertura de su base de sustentación al iniciar la marcha con pie izquierdo. Mayor longitud del paso en la pierna derecha. En la fase oscilante el pie derecho con ligera abducción. El contacto inicial con apoyo de talón no es efectivo en ninguna extremidad inferior. Existe disociación de miembros inferiores.

Valoración post-intervención con Galileo:

Persiste el impulso que da la pierna derecha para avanzar. La longitud del paso en ambas piernas es simétrica, ya no se aprecia un paso más largo con el pie derecho. No es tan notorio la circunducción que realizaba. Existe apoyo de talón en el contacto inicial con la extremidad inferior derecha; el cambio es mínimo. No aumenta considerablemente la base de sustentación al iniciar su deambulación.

- Participante 005:

Valoración pre-intervención con Galileo:

El contacto inicial con apoyo de talón en la extremidad inferior derecha no es adecuado. El choque lo da el ante pie, que cae en plancha sobre los metatarsos, y no existe disociación de movimientos durante la marcha. En la fase de balanceo con la pierna izquierda aumenta la aceleración y la caída es brusca con hiperextensión de rodilla. Ligera rotación interna de miembro inferior izquierdo.

Leve anteversión pélvica y centro de gravedad adelantado.

Valoración post-intervención con Galileo:

La longitud del paso es similar, no hay mayores cambios. Presenta una mayor basculación pélvica que se aprecia en el plano frontal. En la fase de balanceo existe una inestabilidad en el pie antes del contacto con suelo, el pie sigue cayendo en supinación. Disminuyó levemente la hiperextensión de rodilla en la fase de balanceo.

-Participante 006:

Valoración pre-intervención con Galileo:

Pobre control de la extremidad inferior izquierda en la fase de balanceo. El pie tiende a ir a abducción, pero al volver a dar el paso logra estabilizarse mínimamente. Falta de coordinación, marcha se desvía en su recorrido. La extremidad izquierda no tiene una flexión de rodilla adecuada, y la pierna tiende a quedarse atrás en la fase de oscilación, luego del despegue de dedos adelanta el tronco cambiando su centro de gravedad.

Valoración post-intervención con Galileo:

La longitud de cada paso es más simétrica con respecto al otro. Existe un mejor control de la extremidad inferior, teniendo una mejor alineación de los segmentos y disociación en la fase de oscilación intermedia. En ambos miembros inferiores se aprecia más claramente la flexión de rodilla, aunque el cambio es mínimo. Hay desplazamiento del centro de gravedad hacia anterior pero es menor.

6. DISCUSIÓN.

Los resultados demostraron que tras la intervención con terapia Galileo, y el uso de una plataforma vibratoria a un grupo de niños con parálisis cerebral de tipo hemiparesia, no se lograron encontrar diferencias estadísticamente significativas entre las valoraciones previa y posterior. Aunque si se halló una aproximación estadística en el test de “Time Up And Go”, teniendo repercusión al analizar la mejoría en velocidad de la marcha y también en la movilidad e independencia. Después de los resultados obtenidos podemos considerar este trabajo como un progreso dentro del estudio de equilibrio dinámico en estos pacientes. Que también puede ser abordado como un pequeño avance en el equilibrio dinámico.

En relación a la muestra, queremos destacar como un aspecto positivo la homogeneidad en cuanto a diagnóstico, edad y sexo. Además de las similitudes entre participantes en cuanto a su nivel de funcionalidad, que se traducía en que la mayoría de ellos tenían un nivel de clasificación de PCI en nivel I y solamente un participante era nivel II. Todo esto, teniendo en cuenta que igualmente existe heterogeneidad en la sintomatología dentro de un mismo nivel de PC. Por lo cual en la práctica no es fácil encontrar una muestra así, con tales similitudes para poder investigarla en un estudio cuasi experimental, aunque sea pequeña.

Dentro de la literatura encontramos artículos científicos en los cuales se aplicaron protocolos breves, como los estudios de Chunung Park et al. 2016 ⁶¹ y Yong-Gu Han et al. 2019 ⁵¹, pero que pretendían obtener un resultado inmediato que complementara el tratamiento con fisioterapia tradicional. Al igual que en nuestra investigación en estos casos, puede resultar factible para los niños y las familias ser parte de protocolos de este tipo, que investiguen el efecto inmediato de una sola sesión de vibración de cuerpo completo, por ejemplo, sobre la espasticidad de las extremidades inferiores en niños con parálisis cerebral, o de intervenciones que duren menos de 3 semanas y que tengan sólo una intervención al día de máximo 10 minutos.

Así pueden ser más intensivos, pero no suponen un esfuerzo físico tan grande a largo plazo y de tiempo, teniendo en cuenta que los niños participan en múltiples actividades escolares y en sus terapias.

En el estudio de Ko et al. 2016 ⁵³ evaluaron la efectividad del entrenamiento de vibración del cuerpo aplicado junto con fisioterapia convencional durante 3 semanas, donde los resultados indicaron que el tratamiento con vibración poseía resultados superiores en la velocidad de la marcha y el ancho del paso en relación con la terapia convencional.

El estudio de Teeraporn et al. 2016 ⁶² mostró que 6 semanas de vibración de todo el cuerpo, combinado con estiramiento muscular pasivo, disminuían la espasticidad y aumentaban la fuerza muscular, el equilibrio de niños y adolescentes con PC. Esta investigación nos ayudó a delimitar y decidir el tiempo de intervención, y ya que también poseía una muestra relativamente pequeña de sujetos. Para establecer nuestro protocolo nos pareció importante seguir las recomendaciones de Krause et al. 2017 ⁵⁶ para intentar obtener los mejores resultados posibles. En donde tenían una muestra de edad entre 4 y 12 años, con GMFCS entre nivel II y IV y determinaban las frecuencias iban desde 16-25 Hz y en posición del pie entre 1.5 y 3 mm. También nos pareció relevante el estudio de Schonau et al. 2008 ⁴⁵, que investigó la función motórica en niños con PC, el cual es uno de los precursores de la terapia Galileo y del concepto Colonia. En cuanto a la marcha, nos basamos en los efectos de las frecuencias de vibración de todo el cuerpo de 10 a 26 Hz para el equilibrio y la marcha que utilizaron en su estudio Lee y Chon, 2013 ⁵².

Las herramientas de medida utilizadas en nuestro trabajo coinciden con los estudios de Han YG et al. 2019 ⁵¹ y Jung Y et al. 2020 ⁶³. Por el contrario, el trabajo de Pin et al. 2019 ⁶⁴, si bien es similar a nuestro estudio, aplicaron el test de caminata de 2 minutos para evaluar la capacidad de ejercicio submáximo, una escala pediátrica de discapacidad, para evaluar las capacidades funcionales en los dominios de las actividades diarias, la movilidad y la función social/cognitiva. De igual forma, hicieron una valoración con una escala visual análoga, para establecer cualquier molestia asociada a la intervención que manifestaran los pacientes.

Además de tomar en cuenta que el centro a donde pertenecían los niños, utilizaba la Gross Motor-88 como un método de valoración principal cada 6 meses, quisimos incluirla dentro de nuestros métodos de evaluación, al igual que en el estudio de Martakis et al. 2019 ⁴⁶, donde se consideró para evaluar la validez que tiene con el test de marcha de 1 minuto.

Aunque sea evidente el aumento y mejora de los resultados numéricos aportados por los test de valoración aplicado a los pacientes, no fueron plasmados en la resolución estadística y no son significativos, sin embargo, podemos establecerla como una mejora significativa de tipo clínica, observacional. Una de las razones podría radicar en que las mejoras relativas mayores se dan por lo general en aquellos que presentan movilidad más limitada (GMFCS niveles III y IV) como lo sugiere D Telford et al. 2020 ⁶⁵. Otra razón podría estar vinculada a la edad de los participantes, en el sentido de que los menores con edad de 2 años, si bien realizaban el protocolo establecido, muchas veces no lo completaban satisfactoriamente, y el trabajo que realizaron pudo ser menor en comparación con los de mayor edad que seguían las instrucciones de manera específica. Tomando en cuenta además que existieron ausencias periódicas en uno de estos mismos participantes por enfermedad y otras razones.

Además, si tenemos en cuenta el hecho de que la Gross Motor se aplica normalmente cada 6 meses, en este caso tuvo que ser posterior a las 6 semanas del inicio del estudio. Asimismo, aplicarlo tan pronto, pudo ser la causa de que no haya resultados significativos. Y el avance en porcentajes sea favorable pero no suficiente.

El estudio de Han YG, et al. 2019 ⁵¹, mostró una mejora estadísticamente significativa en un grupo que utilizó una frecuencia de 18 Hz y valores mejorados en los otros dos grupos en TUG. Esto sugiere que el entrenamiento a 18 Hz es una intervención más efectiva que a la intensidad más alta de 26 Hz para mejorar la velocidad al caminar y el equilibrio en niños con parálisis cerebral en las etapas 1 y 2 de GMFCS.

Estos resultados coinciden con nuestro estudio, ya que mantuvimos la frecuencia a 18 Hz durante todo el periodo, y solamente realizamos una variación hasta 20-21 Hz en la última semana, debido a que no era tolerado por los pacientes. Teniendo en cuenta que desde un principio decidimos no aplicar frecuencias tan altas, debido a nuestros objetivos y para no alcanzar la fatiga muscular en los niños. Esto podría explicar los resultados obtenidos con respecto al acercamiento estadístico favorable que mostró el test del TUG. Sin embargo, algunos de los niños con frecuencias de 20 a 21 Hz referían sentirse más cansados, debido a que quizás existió fatiga muscular, como sugirió C. Ortega et al. 2015 ⁶⁶ en su investigación, ya que en algunos participantes el pobre nivel de condición física pudo interferir por ejemplo a la hora de realizar la posición en sentadillas que era la que más les costaba, debido a que si la mantenían estática provocaba cierto nivel de estrés en ellos.

Por lo tanto, el usar una frecuencia de manera individual sería un factor a tener en cuenta a la hora de querer lograr avances en la marcha en pacientes con PC. Y nuestro protocolo utilizó valores fijos para todos los sujetos.

Hasta la fecha, este es el primer estudio que se ha llevado a cabo con una plataforma vibratoria en Almería y que estudia componentes de la marcha, equilibrio y la movilidad en niños con PC.

Aun con la evidencia de estos estudios, que tenían una metodología aceptable, no es posible confirmar completamente la eficacia de esta terapia vibratoria en un periodo de 6 semanas. Este protocolo de tratamiento propuesto es seguro de realizar y aceptable para niños y preadolescentes.

Aunque hubo pequeñas tendencias hacia la mejora de las capacidades funcionales en la marcha, estos hallazgos necesitan el uso de un protocolo más riguroso en un tamaño de muestra más grande de niños con el mismo diagnóstico. Y probablemente un seguimiento más a largo plazo como lo realizaron estudios tales como Schonau et al. 2008 ⁴⁵, donde obtuvieron resultados más que satisfactorios.

6.1 LIMITACIONES

Durante la realización del estudio se han presentado algunas limitaciones. Principalmente fue el tiempo de realización, de tan sólo 6 semanas, ya que se tenía planeado realizarlo en al menos 12 semanas. Que es lo que más se repite en la literatura, y donde se han obtenido resultados aceptables.

La muestra también la determinamos como una limitante, ya que, si bien era homogénea dentro de sus características, sigue siendo pequeña $n=6$, haciendo que exista dificultad a la hora de querer extrapolar los resultados.

Agregando a eso, solamente tener un grupo y no realizar una comparativa, también nos limita a la hora de generar conclusiones relevantes para aportar con evidencia sólida. Como lo hubiera sido si se hubiera realizado un ensayo clínico.

Otra limitación radica en uno de los participantes, el cual no pudo ser valorado con todas las pruebas debido a su condición de tener indicación de no caminar, lo cual se descubrió en el transcurso del estudio.

Además, algunos de los niños solamente recibieron dos intervenciones por semana y otras tres sesiones.

7. CONCLUSIONES

Luego de realizar el análisis de los resultados encontrados, podemos concluir que:

- La terapia vibratoria en la muestra estudiada no tiene un efecto que pueda plasmarse de manera estadística.
- Se pudo determinar de forma clínica y observacional que mejoró la movilidad de miembros inferiores y su disociación post intervención, pero solamente en algunos participantes.
- La longitud del paso y zancada de los niños se vio beneficiada con la terapia vibratoria. Logrando modificarse obteniendo una mayor simetría, pero solamente en algunos casos.
- Nuestra investigación presentó resultados clínicamente significativos, teniendo repercusión en la mejora de parámetros de la marcha e incremento de la velocidad. De igual forma existiendo mayor calidad de la deambulación de los niños con PCI.
- Los resultados del test “Time Up and Go”, determinaron que el equilibrio funcional de los niños mejoró en la movilidad e independencia

BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Houdijk H, de Groot S, Scholtes VA, Becher JG. Isometric muscle strength and mobility capacity in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2017 Jan;39(2):135-142. doi: 10.3109/09638288.2015.1095950. Epub 2015 Nov 25. PMID: 26605427.
6. Van Vulpen LF, de Groot S, Rameckers E, Becher JG, Dallmeijer AJ. Improved Walking Capacity and Muscle Strength After Functional Power-Training in Young Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair.* 2017 Sep;31(9):827-841. doi: 10.1177/1545968317723750. Epub 2017 Aug 8. PMID: 28786309.
7. Beckung E, Hagberg G, Uldall P, Cans C; Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics.* 2008 Jan;121(1):e187-92. doi: 10.1542/peds.2007-0068. Epub 2007 Dec 10. PMID: 18070932.

8. Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy. *Lancet*. 2004 May 15;363(9421):1619-31. doi: 10.1016/S0140-6736(04)16207-7. PMID: 15145637.
9. Bekius A, Bach MM, van de Pol LA, Harlaar J, Daffertshofer A, Dominici N, Buizer AI. Early Development of Locomotor Patterns and Motor Control in Very Young Children at High Risk of Cerebral Palsy, a Longitudinal Case Series. *Front Hum Neurosci*. 2021 Jun 3;15:659415. doi: 10.3389/fnhum.2021.659415. PMID: 34149378; PMCID: PMC8209291.
10. Horsch A, Klotz MCM, Platzer H, Seide S, Zeaiter N, Ghandour M. Is the Prevalence of Equinus Foot in Cerebral Palsy Overestimated? Results from a Meta-Analysis of 4814 Feet. *J Clin Med*. 2021 Sep 13;10(18):4128. doi: 10.3390/jcm10184128. PMID: 34575239; PMCID: PMC8465417.
11. Gage J R, Schwartz M H, Koop S E, Novacheck T F. The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy. Mac Keith Press, London 2009.
12. Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. *Tohoku J Exp Med*. 2016 Mar;238(3):213-8. doi: 10.1620/tjem.238.213. PMID: 26947315.
13. Bonnechère B, Van Vooren M, Berlemont C, De Breucker S, Van Sint Jan S, Feipel V, Jansen B, "A preliminary study of the integration of specially developed serious games in the treatment of hospitalized elderly patients," 2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICVR.2017.8007508.
14. Mann K, Tsao E, Bjornson KF. Physical activity and walking performance: Influence on quality of life in ambulatory children with cerebral palsy (CP). *J Pediatr Rehabil Med*. 2016 Dec 2;9(4):279-286. doi: 10.3233/PRM-160395. PMID: 27935563; PMCID: PMC6171113.
15. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of Rehabilitation Interventions to Improve Gait Speed in Children With Cerebral Palsy:

- Systematic Review and Meta-analysis. *Phys Ther.* 2016 Dec;96(12):1938-1954. doi: 10.2522/ptj.20150401. Epub 2016 Jun 16. PMID: 27313240; PMCID: PMC5131187.
16. Avellanet M, Mena A, Aisa-Pardo E. Diseño de un registro de parálisis cerebral de ámbito poblacional: aplicación y análisis en Andorra y Navarra [The design of a population register on cerebral palsy: its application and analysis in Andorra and Navarre]. *Rev Neurol.* 2018 Sep 1;67(5):168-174. Spanish. PMID: 30047119.
 17. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev.Med.Child Neurol.* 44, 633-640 (2002).
 18. Galea C, McIntyre S, Smithers-Sheedy H, Reid SM, Gibson C, Delacy M, Watson L, Goldsmith S, Badawi N, Blair E; Australian Cerebral Palsy Register Group. Cerebral palsy trends in Australia (1995-2009): a population-based observational study. *Dev Med Child Neurol.* 2019 Feb;61(2):186-193. doi: 10.1111/dmcn.14011. Epub 2018 Sep 6. PMID: 30187914.
 19. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2020 Jun 12;16:1505-1518. doi: 10.2147/NDT.S235165. PMID: 32606703; PMCID: PMC7297454.
 20. Morgan C, Fahey M, Roy B, Novak I. Diagnosing cerebral palsy in full-term infants. *J Paediatr Child Health.* 2018 Oct;54(10):1159-1164. doi: 10.1111/jpc.14177. PMID: 30294991.
 21. Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician.* 2020 Feb 15;101(4):213-220. PMID: 32053326.
 22. McIntyre S, Taitz D, Keogh J, Goldsmith S, Badawi N, Blair E. A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. *Dev Med Child Neurol.* 2013 Jun;55(6):499-508. doi: 10.1111/dmcn.12017. Epub 2012 Nov 26. PMID: 23181910.

23. Abd Elmagid, D.S., & Magdy, H. (2021). Evaluation of risk factors for cerebral palsy. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 57.
24. 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.
25. Jacobs SE, Berg M, Hunt R, Tarnow-Mordi WO, Inder TE, Davis PG. Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Jan 31;2013(1):CD003311. doi: 10.1002/14651858.CD003311.pub3. PMID: 23440789; PMCID: PMC7003568.
26. Register, A. C. P. (2018). Australian cerebral palsy register report 2018. Canberra: the Australian Cerebral Palsy Register Group.
27. Reid SM. Trends in cerebral palsy survival: are health measures really making a difference? *Dev Med Child Neurol.* 2014 Nov;56(11):1034-5. doi: 10.1111/dmcn.12544. Epub 2014 Jul 10. PMID: 25040170.
28. Einspieler C, Bos AF, Kriber-Tomantschger M, Alvarado E, Barbosa VM, Bertocelli N, Burger M, Chorna O, Del Secco S, DeRegnier RA, Hüning B, Ko J, Lucaccioni L, Maeda T, Marchi V, Martín E, Morgan C, Mutlu A, Nogolová A, Pansy J, Peyton C, Pokorny FB, Prinsloo LR, Ricci E, Saini L, Scheuchenegger A, Silva CRD, Soloveichick M, Spittle AJ, Toldo M, Utsch F, van Zyl J, Viñals C, Wang J, Yang H, Yardımcı-Lokmanoğlu BN,

- Cioni G, Ferrari F, Guzzetta A, Marschik PB. Cerebral Palsy: Early Markers of Clinical Phenotype and Functional Outcome. *J Clin Med*. 2019 Oct 4;8(10):1616. doi: 10.3390/jcm8101616. PMID: 31590221; PMCID: PMC6833082.
29. 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.
30. Eyre J. Corticospinal tract development and activity dependent plasticity. In R Shepherd (Ed). *Cerebral palsy in infancy*. Oxford: Elsevier; 2014. 53-66.
31. Martin JH, Chakrabarty S, Friel KM. Harnessing activity-dependent plasticity to repair the damaged corticospinal tract in an animal model of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2011 Sep;53 Suppl 4(Suppl 4):9-13. doi: 10.1111/j.1469-8749.2011.04055.x. PMID: 21950387; PMCID: PMC3187875.
32. Dod KJ, Imms C, Taylor NF, editors. *Physiotherapy and occupational therapy for people with cerebral palsy*. London: Mac Keith Press, 2010:73-281.
33. Das SP, Ganesh GS. Evidence-based approach to physical therapy in cerebral palsy. *Indian J Orthop* 2019; 53:20-34.
34. Sgandurra G, Ferrari A, Cossu G, Guzzetta A, Fogassi L, Cioni G. Randomized trial of observation and execution of upper extremity actions versus action alone in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013 Nov-Dec;27(9):808-15. doi: 10.1177/1545968313497101. Epub 2013 Jul 25. PMID: 23886886.
35. Ferre CL, Brandão M, Surana B, Dew AP, Moreau NG, Gordon AM. Caregiver-directed home-based intensive bimanual training in young children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized trial. *Dev Med Child Neurol*. 2017 May;59(5):497-504. doi: 10.1111/dmcn.13330. Epub 2016 Nov 19. PMID: 27864822.

36. Palomo-Carrión R, Mayoral-Coronado M. Influencia de la terapia de movimiento inducido por restricción en hemiparesia infantil con habilidad manual moderada de 2 a 16 años: revisión sistemática [Influence of constraint-induced movement therapy on childhood hemiparesis with moderate manual dexterity at 16 years of age: a systematic review]. *Rev Neurol*. 2021 Jan 16;72(2):43-50. Spanish. doi: 10.33588/rn.7202.2020219. PMID: 33438194.
37. Booth JW, Shah D, Case JC, White EL, Yuen MC, Cyr-Choiniere O, Kramer-Bottiglio R. OmniSkins: Robotic skins that turn inanimate objects into multifunctional robots. *Sci Robot*. 2018 Sep 19;3(22):eaat1853. doi: 10.1126/scirobotics.aat1853. PMID: 33141754.
38. Visser A, Westman M, Otieno S, Kenyon L. A Home-Based Body Weight-Supported Treadmill Program for Children With Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Pediatr Phys Ther*. 2017 Jul;29(3):223-229. doi: 10.1097/PEP.0000000000000406. PMID: 28654490.
39. Vaughan-Graham J, Cott C. Defining a Bobath clinical framework - A modified e-Delphi study. *Physiother Theory Pract*. 2016 Nov;32(8):612-627. doi: 10.1080/09593985.2016.1228722. Epub 2016 Oct 6. PMID: 27710163.
40. Vaughan-Graham, J., Patterson, K.K., Zabjek, K., & Cott, C.A. (2019). Important Movement Concepts: Clinical Versus Neuroscience Perspectives. *Motor control*, 23 3, 273-293 .
41. Pathak A, Gyanpuri V, Dev P, Dhiman NR. The Bobath Concept (NDT) as rehabilitation in stroke patients: A systematic review. *J Family Med Prim Care*. 2021 Nov;10(11):3983-3990. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_528_21. Epub 2021 Nov 29. PMID: 35136756; PMCID: PMC8797128.
42. Díaz-Arribas, M.J., Martín-Casas, P., Cano-de-la-Cuerda, R., & Plaza-Manzano, G. (2019) Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: A systematic review, *Disability and Rehabilitation*, DOI: 10.1080/09638288.2019.1590865

43. H. Kogami et al., "Effect of Physical Therapy on Muscle Synergy Structure During Standing-Up Motion of Hemiplegic Patients," in *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 3, no. 3, pp. 2229-2236, July 2018, doi: 10.1109/LRA.2018.2811050.
44. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, Langdon K, Namara MM, Paton MC, Popat H, Shore B, Khamis A, Stanton E, Finemore OP, Tricks A, Te Velde A, Dark L, Morton N, Badawi N. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020 Feb 21;20(2):3. doi: 10.1007/s11910-020-1022-z. PMID: 32086598; PMCID: PMC7035308.
45. Schönau, Eckhard & Langensiepen, Sina & Junghänel, Shino & Semler, Oliver. (2008). Neue Wege und Aufgaben in der Physiotherapie und Rehabilitation von bewegungsgestörten Kindern und Jugendlichen. *Kinder- und Jugendmedizin*. 08. 438-442. 10.1055/s-0038-1630496.
46. Martakis K, Stark C, Rehberg M, Semler O, Duran I, Schoenau E. One-Minute Walk Test in Children with Cerebral Palsy GMFCS Level 1 and 2: Reference Values to Identify Therapeutic Effects after Rehabilitation. *Dev Neurorehabil*. 2020 May;23(4):201-209. doi: 10.1080/17518423.2019.1625981. Epub 2019 Jun 10. PMID: 31177878.
47. Li S, Yu W, Li W, Wang J, Gao L, Li S. The Impact of Whole-Body Vibration Training on Bone Minerals and Lean Mass in Children and Adolescents with Motor Disabilities: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Children (Basel)*. 2022 Feb 15;9(2):266. doi: 10.3390/children9020266. PMID: 35204986; PMCID: PMC8870738.
48. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H. Focal vibration in neurorehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Apr;50(2):231-42. PMID: 24842220.
49. Rehn B, Lidström J, Skoglund J, Lindström B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. 2007

- Feb;17(1):2-11. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00578.x. Epub 2006 Aug 10. PMID: 16903900.
50. Cabezas, M. (2017). Características Neuropsicológicas de los niños con Parálisis Cerebral. *ReiDoCrea*, 6(2), 9-15.
51. Han YG, LeeSW, Yun CK. The immediate influence of various whole-body vibration frequency on balance and walking ability in children with cerebral palsy: a pilot study. *JExerc Rehabil* 2019;15:597-602.
52. Lee BK, Chon SC. Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study. *Clin Rehabil*. 2013 Jul;27(7):599-607. doi: 10.1177/0269215512470673. Epub 2013 Feb 14. PMID: 23411791.
53. Ko MS, Sim YJ, Kim DH, Jeon HS. Effects of three weeks of whole body vibration training on joint-position sense, balance, and gait in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. *Physioter Can* 2016; 68:999-105.
54. Duquette SA, Guiliano AM, Starmer DJ. Whole body vibration and cerebral palsy: a systematic review. *J Can Chiropr Assoc*. 2015 Sep;59(3):245-52. PMID: 26500358; PMCID: PMC4593045.
55. Huang L, Zhang C, Gu J, Wu W, Shen Z, Zhou X, Lu H. A Randomized, Placebo-Controlled Trial of Human Umbilical Cord Blood Mesenchymal Stem Cell Infusion for Children With Cerebral Palsy. *Cell Transplant*. 2018 Feb;27(2):325-334. doi: 10.1177/0963689717729379. PMID: 29637820; PMCID: PMC5898688.
56. Krause A, Schönau E, Gollhofer A, Duran I, Ferrari-Malik A, Freyler K, Ritzmann R. Alleviation of Motor Impairments in Patients with Cerebral Palsy: Acute Effects of Whole-body Vibration on Stretch Reflex Response, Voluntary Muscle Activation and Mobility. *Front Neurol*. 2017 Aug 16;8:416. doi: 10.3389/fneur.2017.00416. PMID: 28861038; PMCID: PMC5561012.

57. 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.
58. 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.
59. 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.
60. 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.
61. Park C, Park ES, Choi JY, Cho Y, Rha DW. Immediate Effect of a Single Session of Whole Body Vibration on Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Ann Rehabil Med.* 2017 Apr;41(2):273-278. doi: 10.5535/arm.2017.41.2.273. Epub 2017 Apr 27. Erratum in: *Ann Rehabil Med.* 2017 Aug;41(4):722-723. PMID: 28503461; PMCID: PMC5426268.
62. Tupimai T, Peungsuwan P, Prasertnoo J, Yamauchi J. Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2016 Jan;28(1):7-13. doi: 10.1589/jpts.28.7. Epub 2016 Jan 30. PMID: 26957720; PMCID: PMC4755966.
63. Jung Y, Chung EJ, Chun HL, Lee BH. Effects of whole-body vibration combined with action observation on gross motor function, balance, and gait in children with spastic cerebral palsy: a preliminary study. *J Exerc Rehabil.* 2020 Jun 30;16(3):249-257. doi: 10.12965/jer.2040136.068. PMID: 32724782; PMCID: PMC7365726.

64. Pin TW, Butler PB, Purves S. Use of whole body vibration therapy in individuals with moderate severity of cerebral palsy- a feasibility study. *BMC Neurol.* 2019 May 1;19(1):80. doi: 10.1186/s12883-019-1307-5. PMID: 31043157; PMCID: PMC6495512.
65. Telford D, Vesey RM, Hofman PL, Gusso S. The Effect of Vibration Therapy on Walking Endurance in Children and Young People With Cerebral Palsy: Do Age and Gross Motor Function Classification System Matter? *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 2020 Jun 20;2(3):100068. doi: 10.1016/j.arrct.2020.100068. PMID: 33543094; PMCID: PMC7853375.
66. Ortega, C. Herrero, A.J. Marín, P.J. Ferrero, C. Martín-Fernández, J. Menéndez, H.. Efectos agudos de las vibraciones de cuerpo completo sobre variables funcionales en niños con parálisis cerebral. A: "Biomecánica", 2015, vol. 23, núm. 1.

Cerebral palsy to cerebral palsy spectrum disorder time for a name change?.

Michael Shevell. *Neurology* Jan 2019, 92 (5) 233235; DOI: 10.1212/WNL.0000000000006747.

ANEXO 1. 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)
- Edad 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.

5. 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 atienda. 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^a 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, 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;79(12):1122-33.

ANEXO III. Gross Motor Function Classification System- GMCS

GMFM. Test de valoración de la Función Motriz Gruesa

NOMBRE: _____
FECHA EVALUACIÓN: _____

FECHA DE NACIMIENTO: _____
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.
				TOTAL A.

0	1	2	3	B. SENTADO
				*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.
				TOTAL B.

1	2	3	4	C. GATEO Y POSICIÓN DE RODILLAS
				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.
				TOTAL C.

1	2	3	4	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.
				TOTAL D.

1	2	3	4	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 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.
				TOTAL E.

GMFM: 66 TEST DE VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN MOTRIZ GRUESA

0	1	2	3	A. DECÚBITOS Y VOLTEO
				2 D.S. Lleva las manos a la línea media, las junta.
				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.
				10. D.P. Levanta la cabeza 90 grados.

0	1	2	3	B. SENTADO
				18. D.S. El examinador lo estirará de las manos; él se impulsa para sentarse.
				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.
				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.
				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.

0	1	2	3	C. GATEO Y POSICIÓN DE RODILLAS
				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.
				48. Pasa de sentado a de rodillas, sin apoyar extremidades sup., se mantiene 10 segundos.
				51. Camina de rodillas sin apoyo 10 pasos.

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.

