

## REVISIÓN SISTEMÁTICA

### *Efectos del ejercicio terapéutico en aspectos funcionales de niños con parálisis cerebral. Revisión sistemática*

Javier Bleda Andrés (Fisioterapeuta)

Juan Orcajada Pérez (Fisioterapeuta)

Marina Serrano Valero (Fisioterapeuta)

Juan Pablo Estevan Sáez (Fisioterapeuta)

César Antonio Cerezo Pérez (Fisioterapeuta)

María Elena Corbalán Sánchez (Fisioterapeuta)

#### RESUMEN

**Fundamento:** la parálisis cerebral se define como un grupo de trastornos del desarrollo de movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo. Puede presentarse como discapacidad física sumada a trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos o conductuales. Se lleva a cabo una revisión sistemática para constatar la eficacia del ejercicio terapéutico en diferentes aspectos funcionales del niño con parálisis cerebral.

**Métodos:** los estudios debían constituir ECAs e incluir ejercicio terapéutico como estrategia de intervención en niños con parálisis cerebral, evaluando cambios en aspectos funcionales. Se realizó la búsqueda en Pubmed, PEDro, Scielo y Dialnet empleando términos MESH y términos libres: "cerebral palsy", "exercise therapy", "rehabilitation exercises". Se incluyeron finalmente 14 artículos para su análisis cualitativo.

**Resultados:** se observaron mejoras significativas en la fuerza, el equilibrio, en la función motora gruesa, en la marcha, en la espasticidad, en la discapacidad, movilidad y calidad de vida y en la actividad muscular plantiflexora y gasto energético. Se detectaron a su vez diferencias significativas entre grupos exclusivamente en el equilibrio, la función motora gruesa, la marcha, la espasticidad y la actividad muscular plantiflexora y gasto energético, en favor del entrenamiento mediante ejercicio terapéutico.

**Conclusiones:** los programas de ejercicio terapéutico son el tratamiento fisioterápico de elección en niños con parálisis cerebral, aumentando significativamente la funcionalidad de los miembros inferiores.

**Palabras Clave:** "cerebral palsy", "exercise therapy", "rehabilitation exercises"

#### 1. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral se define como un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo, en la época fetal o primeros años<sup>1</sup>. Es la causa más común de discapacidad física en la infancia, originando trastornos posturales y de movimiento con una prevalencia estimada de 2,11 niños por cada 1000 nacidos vivos<sup>2</sup>. No solamente se manifiesta con discapacidad física, sino que se puede acompañar de trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos, conductuales o epilépticos<sup>3</sup>. El término parálisis cerebral hace referencia a un conjunto de trastornos neurológicos caracterizados por desórdenes del movimiento y la postura, produciendo limitaciones en la actividad atribuidas a la alteración en el desarrollo del cerebro, frecuentemente acompañadas por asimetrías y complicaciones secundarias. No se trata de una entidad patológica individual, sino que incluye diferentes peculiaridades motóricas propias de otras deficiencias del espectro neurológico, como limitación del movimiento corporal, del control muscular y la coordinación, alteración del tono, de los reflejos y la función motora fina y gruesa, disparidad en el desarrollo de la función oral motora, modificaciones en la postura y reducción de las habilidades de equilibrio. Todo ello conlleva a una fuerza funcional pobre, comportamiento sedentario y dependencia en el desempeño de las actividades de la vida<sup>1-2</sup>.

Existen diversos factores, tanto prenatales, perinatales y postnatales, que pueden ser desencadenantes de dicha enfermedad, por lo que su conocimiento puede ser clave para prevenirla o para realizar un diagnóstico precoz<sup>3</sup>. El diagnóstico precoz es fundamental para determinar las estrategias tempranas de tratamiento e intervención, pues cuanto antes se comience con dichas estrategias, más se optimizará la plasticidad cerebral para evitar posibles complicaciones<sup>4</sup>. Las técnicas de neuroimagen, los signos clínicos y la exploración de los movimientos generales del niño son las pruebas que mejor predicen la enfermedad<sup>3-5</sup>.

En general, se clasifica la enfermedad según el trastorno motor que predomine, y es útil para planificar el tipo de intervención que se va a llevar a cabo<sup>3</sup>. De esta forma, se pueden encontrar parálisis cerebrales espásticas (con un tono muscular excesivamente elevado y músculos contraídos, dependiendo de qué extremidades del cuerpo estén más afectadas se clasifican en tetraplejía, diplejía, hemiplejía, monoplejía), discinéticas (se caracteriza por una fluctuación y cambio brusco del tono muscular, presencia de movimientos involuntarios y persistencia de reflejos arcaicos), atáxicas (se caracteriza por hipotonía) o mixtas (que combinan varios trastornos motores)<sup>3</sup>. Sin embargo, dada su prevalencia han surgido diferentes tipos de clasificaciones, fruto de las diferentes características clínicas presentes en cada paciente concreto, cuyas manifestaciones en el ámbito motor y conductual serán objetivo de abordaje único y específico. Más recientemente, se han desarrollado diferentes sistemas capaces de ayudarnos en la distribución y clasificación dependiendo del nivel

de desempeño funcional alcanzado por cada paciente, destacando dos herramientas principales: el Gross Motor Function Classification System (GMFCS) y el Manual Ability Classification System (MACS)<sup>6</sup>.

Las manifestaciones clínicas físicas que se presentan en estos niños son: disfunción del control postural, distonías, reducción de la coordinación y del equilibrio, debilidad muscular, déficits en los ajustes posturales anticipatorios y reactivos, contracturas, deformidades óseas, pérdida del control motor selectivo<sup>6-8</sup>. La disfunción del control postural (que está presente en todas las acciones que implican un adecuado ajuste del tono, equilibrio y fuerza) derivan de una lesión primaria del cerebro<sup>9-10</sup>, a partir de estos problemas primarios, se desarrollan un amplio listado de complicaciones ortopédicas (contracturas, luxaciones, osteoporosis, escoliosis), digestivas, respiratorias, cutáneas y buco-dentales<sup>3</sup>. Es por ello frecuente la instauración de un intenso programa de rehabilitación desde el primer momento de la detección del problema con el objetivo de mejorar la función motora gruesa. Sin embargo, no todos los niños consiguen independencia para poder desarrollar este programa terapéutico en casa a los 2-3 años, sin embargo, lo obtendrán cuando alcancen la adolescencia. Alrededor de un 54% de los niños de 5 años de edad en Europa y un 56% de los niños de 8 años de edad en Estados Unidos son independientes de desarrollar el programa de rehabilitación en casa incluso habiendo desarrollado parálisis cerebral<sup>9</sup>.

Todas estas manifestaciones clínicas originan limitación en habilidades motoras gruesas que requieren equilibrio como la marcha, en capacidades respiratorias, en habilidades motoras finas como el alcance y agarre y habilidades orales como son comer, hablar o tragar<sup>10</sup>. Estas limitaciones en la actividad originan en el niño una restricción muy grande en diversos ámbitos de la vida, como son actividades de autocuidado, educación y de recreo y ocio<sup>11</sup>.

Respecto al tratamiento de los niños con parálisis cerebral, es necesario un equipo multidisciplinar (neuropediatra, fisioterapeuta, ortopeda, psicólogo, logopeda, pediatra de atención primaria y la colaboración de otros especialistas) para proporcionar una intervención integral e individualizada al niño<sup>3</sup>. Durante los primeros años el tratamiento tiene que ser especializado e intensivo con el objetivo de facilitar todos los potenciales de desarrollo del niño<sup>3</sup>. En lo que se refiere a fisioterapia, hay multitud de intervenciones destinadas a potenciar las discapacidades del niño. Los principales objetivos terapéuticos han sido descritos desde el punto de vista funcional, como el incremento del repertorio de recursos motóricos, mantenimiento del nivel de función motora gruesa y reducción y/o eliminación de las contracturas o deformidades, en la medida de lo posible<sup>12</sup>. Las intervenciones en fisioterapia pueden incluir tratamientos convencionales definidos en base al nivel de actividad física y funcional en el desempeño de las actividades de la vida diaria, tales como el estiramiento, el fortalecimiento, las actividades funcionales, así como otros enfoques como el tratamiento de neurodesarrollo. Otras terapias complementarias pueden incluir hipoterapia, hidroterapia, electroestimulación, terapia Vojta, técnica de integración sensorial y técnicas de integración mediante patrones de movimiento funcional<sup>13</sup>.

El principal objetivo que se plantea desde el punto de vista de la función motora, es conseguir una marcha independiente con el objetivo de que el niño sea lo más autónomo posible respecto a su movilidad, sus actividades diarias y su participación social y para ello hay diseñados multitud de programas de ejercicio terapéutico con la finalidad de desarrollar la capacidad de la marcha en el niño. Dichos programas de ejercicio terapéutico, difieren unos de otros en el tipo de ejercicios realizados, intensidad, duración y frecuencia<sup>14</sup>.

En los últimos años, se ha registrado un gran progreso en terapias destinadas a favorecer la marcha autónoma de los niños con parálisis cerebral<sup>15</sup>, y es por ello por lo que nos hemos planteado realizar una revisión de la bibliografía para constatar que tipos de terapia relacionadas con el ejercicio terapéutico favorecen el desarrollo de la marcha independiente en niños con parálisis cerebral.

Por ello, los objetivos principales en la presente revisión de desglosan en:

1. Comprobar los efectos de los programas de ejercicio terapéutico como tratamiento de elección en niños con Parálisis Cerebral.
2. Establecer una relación directa entre los programas de ejercicio terapéutico y la funcionalidad en miembros inferiores en niños con Parálisis Cerebral.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Revisión sistemática compuesta por ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECAs).

### Criterios de inclusión

Para ser incluidos en la presente revisión, los estudios debían cumplir los siguientes criterios:

1. Ensayos Clínicos Controlados Aleatorizados como diseño de estudio.
2. Idiomas: inglés y español.
3. Todos los estudios debían contener medidas pre-test y post-test.
4. La muestra de sujetos del estudio debía ser mayor de 30 sujetos.
5. Los sujetos del estudio debían ser niños con parálisis cerebral y con una edad mínima de un año, período en el que prácticamente todos los hitos motores de motricidad gruesa han deben haber sido adquiridos.
6. Los estudios debían evaluar aspectos funcionales como (marcha, equilibrio, fuerza, función motora gruesa, etc.).
7. La intervención principal experimental debe constituir la el ejercicio terapéutico activo.

**Criterios de exclusión**

1. Revisiones sistemáticas, meta-análisis, protocolos de estudio, artículos de opinión, estudios multicéntricos, estudios de validación, estudios descriptivos, estudios de casos, cartas al editor o cualquier otro tipo de estudio que no guardara relación con el objetivo principal de la presente revisión de evidencia.

**Bases de datos y estrategia de búsqueda**

Una vez establecidos los criterios de selección descritos en el apartado anterior, se seleccionaron aquellos estudios que cumplían los mismos. Para ello, se realizó la búsqueda en las siguientes bases de datos: Pubmed, PEDro, Scielo y Dialnet.

Se emplearon como palabras clave los términos MESH (Medical Subject Heading), descriptores indicados para publicaciones en revistas y libros de ciencia. Concretamente, los términos MeSH y términos libres seleccionados fueron: "cerebral palsy", "exercise therapy", "rehabilitation exercises".

La estrategia de búsqueda fue la siguiente: "cerebral palsy" AND "exercise therapy" AND "rehabilitation exercises".

Esta estrategia se efectuó en todas las bases de datos nombradas anteriormente, con la particularidad de que ambos descriptores debían aparecer en el título o en el resumen del estudio.

Se empleó el operador booleano "AND" para unir los descriptores.

**Selección de estudios**

Para la selección de estudios se seleccionaron un total de 93 artículos (figura 1).

De la búsqueda realizada en la base de datos PEDro, se obtuvieron un total de 43 resultados, de los cuales 34 eran ECAs y 9 revisiones. Se llevó a cabo una lectura de los resúmenes de los 34 ECAs, y tras excluir los que servían por su resumen o tras aplicar los criterios de inclusión, se seleccionaron 14 estudios para realizar la síntesis cualitativa.

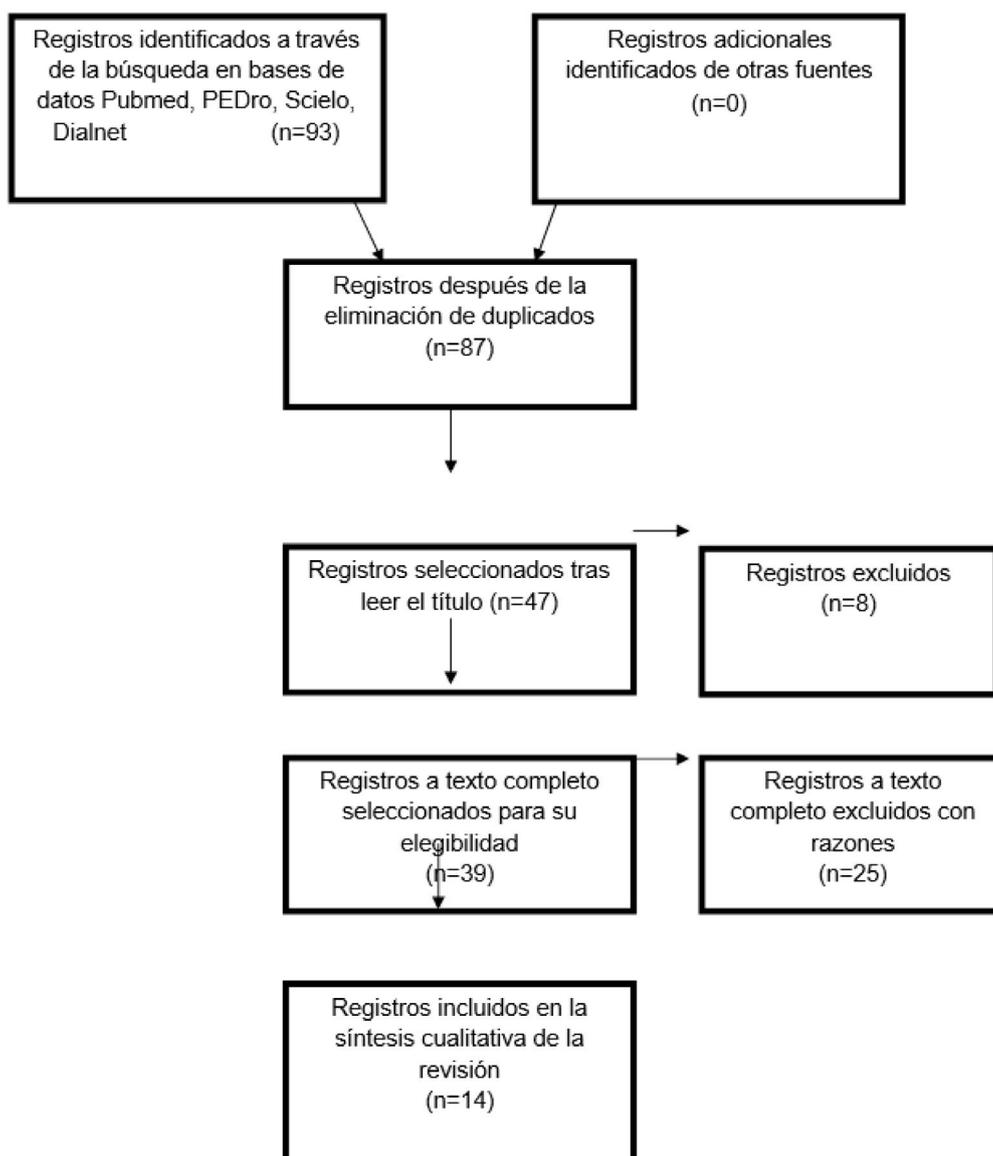


Figura 1. Diagrama de flujo (PRISMA 2009).

De la búsqueda realizada en la base de datos Pubmed se obtuvieron un total de 36 resultados, de los cuales 9 eran ECAs, 2 eran revisiones, y el resto eran estudios con otro tipo de diseño. De los 9 ECAs, 4 estaban duplicados con la base de datos anterior, y los 5 restantes fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión.

De la base de datos Dialnet, obtuvimos un total de 8 resultados, de los cuales no se escogió ningún estudio por el hecho de no ser ECAs, o no cumplir con los criterios de inclusión.

Al igual que en la base de datos Dialnet, en la base Scielo, tampoco se seleccionó ninguno de los 6 resultados que obtuvimos por no cumplir con nuestros criterios de inclusión.

### 3. RESULTADOS

Se incluyeron finalmente 14 artículos que cumplían los criterios de inclusión, constituyendo un total de 521 sujetos a los que se les aplicó un conjunto de técnicas de ejercicio terapéutico.

Para su aplicación, cada autor empleó diferentes métodos de entrenamiento de las capacidades físicas, teniendo como punto de referencia los objetivos de mejora de la función motora gruesa, la regulación del tono y el aumento en el desempeño de las actividades de la vida diaria. Estos métodos se resumen en: programas de fortalecimiento muscular, de entrenamiento de la marcha, entrenamiento acuático, entrenamiento mediante técnicas de neurodesarrollo, y entrenamiento mediante ejercicios de estabilización y equilibrio.

El total de sujetos poseían la característica común de presentar parálisis cerebral. Por ello, desde este punto de vista, cada uno de los autores determinó sus propios criterios de inclusión y exclusión específicos para su estudio, así como sus propios instrumentos de medida para valorar las variables de resultado principales.

#### Fuerza

En el estudio de El-Shamy<sup>16</sup> se detectó un aumento significativo de la fuerza de los extensores de rodilla tras la finalización del programa tanto en el grupo experimental con plataforma vibratoria como en el grupo control. No se detectaron diferencias significativas entre grupos tras la intervención (tabla 1).

La intervención en el grupo experimental consistió en un programa de fisioterapia convencional sumado a un entrenamiento con plataforma vibratoria, ejecutando ejercicios

de transferencias de peso, flexión y extensión de rodillas y de cadera, frente a un espejo en orden de aportar un feedback visual.

La fuerza de los extensores de rodilla se cuantificó con el dinamómetro isocinético Biodex Medical System.

En el estudio de Wang<sup>17</sup> se detectó un aumento significativo de la fuerza funcional de la extremidad inferior tanto en el grupo experimental como en el grupo control tanto a la finalización de la intervención, como a las 6 y 12 semanas posteriores de seguimiento. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras la intervención ni a lo largo del seguimiento.

En el grupo experimental se llevó a cabo un programa de ejercicio domiciliario al igual que en el grupo control, empleando en este caso la técnica de mejora sensorial "Patterned Sensory Enhancement".

La fuerza funcional de la extremidad inferior se cuantificó con el 1RM, llevando a cabo un registro de la cantidad de peso máximo en una repetición capaz de ser levantado por el individuo.

En el estudio de Wely<sup>18</sup> se objetivó un aumento significativo de la fuerza muscular funcional y de la fuerza isométrica tanto en el grupo experimental de estimulación mediante actividad física como en el grupo control tras finalizar la intervención. No se detectaron diferencias significativas entre grupos tras la finalización de la intervención.

La intervención en el grupo experimental consistió en un programa de estimulación mediante actividad física compuesto por ejercicios fitness e intervenciones sobre el estilo de vida, sumado a un programa de fisioterapia convencional, presente también en el grupo control.

La fuerza muscular funcional se cuantificó mediante la utilización de los test: "subida al escalón" y "de sentado a de pie". La fuerza isométrica se registró utilizando un dinamómetro manual.

#### Equilibrio y riesgo de caída

En el estudio de El-Shamy<sup>16</sup> se constató un aumento significativo del equilibrio y la estabilidad postural antero-posterior y latero-medial tanto en el grupo de entrenamiento experimental mediante plataforma vibratoria como en el grupo control tras finalizar la intervención. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre grupos tras la finalización de la intervención en el equilibrio y control postural.

**Tabla 1.** Comparación del Pico de Fuerza del Cuádriceps en grupos experimental y control. El-Shamy SM. Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93: 114-21. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182a541a4>.

Variable	Test	Control (n = 15)	Experimental (n = 15)	Time Effect		Group Effect	
				F <sub>1</sub>	P	F <sub>1</sub>	P
Quadriceps peak torque at 60 degrees per second, N · m	Pretest	16.03 (1.63)	16.23 (1.59)	1.7	0.0001	5.7	0.001
	Posttest	28.80 (0.45)	30.90 (0.68)				
Quadriceps peak torque at 90 degrees per second, N · m	Pretest	33.96 (1.74)	34.06 (1.65)	9.5	0.001	2.3	0.001
	Posttest	47.50 (0.70)	54.20 (1.70)				

**Tabla 2.** Comparación del Índice de Equilibrio pre y post tratamiento en los grupos experimental y control. Emara HAMAHA. Effect of a new physical therapy concept on dynamic balance in children with spastic diplegic cerebral palsy. Egyptian Journal of Medical Human Genetics. 2015;16:77–83. <https://doi.org/10.1016/j.ejmhg.2014.09.001>.

Variable	Time of evaluation	Mean ± SD		t -value	P-value
		Control group	Study group		
Overall stability index	Pre treatment	5.4 ± 0.833	5.52 ± 0.657	0.436	> 0.05*
	Post treatment	5.087 ± 0.834	4.36 ± 0.423	3.012	< 0.05**
A–P stability index	Pre treatment	4.274 ± 0.818	3.96 ± 1.052	0.911	> 0.05*
	Post treatment	4.046 ± 0.79	3.4 ± 0.897	2.089	< 0.05**
M–L stability index	Pre treatment	4.744 ± 0.582	4.272 ± 0.526	0.360	> 0.05*
	Post treatment	4.276 ± 0.562	3.846 ± 0.453	2.253	< 0.05**

SD: Standard deviation.  
P-value: probability value.  
t-Value: paired t-test value.  
\* Non significant difference.  
\*\* Significant difference.

En ambos grupos, el equilibrio y la estabilidad postural antero-posterior y latero-medial se cuantificó con la herramienta Biodex Medical System.

En los estudios de Park<sup>19</sup>, Emara<sup>20</sup>, Ali<sup>21</sup> y El-Shamy<sup>22</sup> se objetivó un aumento significativo del equilibrio en el grupo experimental de terapia de neurodesarrollo, en el grupo de entrenamiento de marcha, en el grupo experimental de estabilización central, y en el grupo experimental de control postural, respectivamente, tras la finalización de la intervención, no constatándose así este incremento en el grupo control. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en favor del grupo de entrenamiento experimental en comparación con el grupo control tras la finalización de la intervención (tabla 2).

La intervención en el grupo experimental en el estudio de Park<sup>19</sup> constó de terapia de neurodesarrollo, así como de entrenamiento de fuerza en la pierna parética.

El equilibrio se cuantificó con el instrumento de valoración del equilibrio “Pediatric Balance Scale”.

En el grupo experimental en el estudio desarrollado por Emara<sup>20</sup> la intervención consistió en un entrenamiento específico de marcha sobre una cinta ergométrica previo a un calentamiento de 5 minutos. En el grupo control se llevó a cabo un programa de ejercicio dirigido a la inhibición del tono muscular normal y los reflejos posturales anormales, así como a la facilitación de patrones de movimiento normales.

El equilibrio se cuantificó con el instrumento “Biodex Stability System”.

La intervención en el grupo experimental en el estudio de Ali<sup>21</sup> consistió en un programa de estabilización central con giro de cadera en supino en fisioball, estiramiento abdominal con rodillas en el pecho, flexión de brazos modificada, puente pélvico y torsión supina. El grupo control llevó a cabo un programa de fisioterapia destinado a la mejora del equilibrio y las reacciones posturales.

El equilibrio y la estabilidad postural se constataron con el instrumento “Biodex Stability System”.

**Tabla 3.** Efectos del programa de intervención en los grupos experimental y control en las dimensiones D y E y Total del Gross Motor Function. Wang T-H, Peng Y-C, Chen Y-L, Lu T-W, Liao H-F, Tang P-F, et al. A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Neuro-rehabil Neural Repair. 2013;27:684-94. <https://doi.org/10.1177/1545968313491001>.

Outcome Measure	T	PSE Group		No-Music Group		Mean Adjusted Difference (95% CI)	Interaction P Value (ANCOVA) <sup>a</sup>	ES f
		Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE	Observed, Mean ± SD	Adjusted, Mean ± SE			
Dimension D	T0	79.3 ± 13.4	79.6 ± 0.0	79.9 ± 11.8	79.6 ± 0.0			
	T1	83.5 ± 8.7	83.7 ± 0.8	80.3 ± 11.4	80.1 ± 0.8	3.6 (1.2 to 5.9)	.004	.54
	T2	83.9 ± 8.6	84.1 ± 0.9	80.5 ± 11.3	80.3 ± 0.9	3.8 (1.3 to 6.4)	.004	.54
	T3	82.6 ± 11.6	82.9 ± 0.8	80.9 ± 11.7	80.7 ± 0.8	2.2 (-0.1 to 4.5)	.06	.34
Dimension E	T0	63.3 ± 23.4	62.6 ± 0.0	62.0 ± 26.1	62.6 ± 0.0			
	T1	67.8 ± 23.4	67.2 ± 0.8	64.0 ± 25.9	64.6 ± 0.8	2.6 (0.1 to 5.0)	.04	.37
	T2	68.5 ± 21.9	67.9 ± 0.9	65.4 ± 25.8	66.0 ± 0.9	1.9 (-0.7 to 4.5)	.14	.26
	T3	69.2 ± 22.8	68.6 ± 0.9	65.4 ± 25.4	66.1 ± 0.9	2.5 (-0.2 to 5.2)	.07	.33
Goal Dimension	T0	71.3 ± 17.8	71.1 ± 0.0	70.9 ± 18.5	71.1 ± 0.0			
	T1	75.7 ± 15.6	75.5 ± 0.6	72.2 ± 18.2	72.3 ± 0.6	3.2 (1.6 to 4.8)	<.001	.70
	T2	76.2 ± 14.8	76.0 ± 0.7	72.9 ± 18.2	73.1 ± 0.7	3.0 (1.0 to 4.9)	.004	.54
	T3	75.9 ± 16.7	75.7 ± 0.6	73.2 ± 18.3	73.4 ± 0.6	2.4 (0.5 to 4.2)	.013	.46

El grupo experimental en el estudio de El-Shamy<sup>23</sup> se llevó a cabo una intervención mediante ejercicios de fortalecimiento al igual que en el grupo control, sumado a un entrenamiento del control postural y el equilibrio a través del sistema de equilibrio Biodex.

El equilibrio se cuantificó con el instrumento "Biodex Stability System".

Respecto al riesgo de caídas, El-Shamy<sup>22</sup> constató una reducción significativa del riesgo de caída tanto en el grupo experimental de control postural como en el grupo control tras la finalización de la intervención. Se detectaron diferencias significativas en favor del grupo experimental en comparación con el grupo control tras la finalización de la intervención.

El riesgo de caída se cuantificó con el instrumento "Biodex Stability System".

### **Función motora gruesa**

Wang<sup>17</sup> observó un aumento significativo de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de ejercicios domiciliarios como en el grupo control tras finalizar la intervención, no manteniéndose esta mejora significativa hasta el seguimiento posterior a las 12 semanas post-intervención. Se objetivaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor del grupo experimental de ejercicios domiciliarios atendiendo a la función motora gruesa al finalizar la intervención, no manteniéndose la mejora durante el seguimiento posterior a las 12 semanas (tabla 3).

La función motora gruesa fue cuantificada utilizando el instrumento de medida Gross Motor Function Measure, concretamente las dimensiones D y E.

Adar<sup>24</sup> detectó un aumento significativo de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de ejercicios acuáticos como en el grupo control al finalizar la intervención. No se objetivaron diferencias significativas entre grupos al finalizar la intervención.

La intervención en el grupo experimental consistió en un programa de ejercicios acuáticos individualizados para cada niño en intensidad, número de repeticiones y progresión. La sesión se dividió en 10 minutos de ejercicios fuera del agua con calentamiento, estiramientos y amplitud articular activa, y 50 minutos de ejercicios en el agua. El grupo control recibió un programa de ejercicios fuera del agua incluyendo amplitud articular activa, estiramientos, cinta ergométrica y fortalecimiento de miembros inferiores.

La función motora gruesa se cuantificó con el instrumento de medida "Gross Motor Function Measure-88".

Akinola<sup>25</sup> constató un aumento significativo de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de ejercicio acuático como en el grupo control tanto al finalizar la intervención como a las 8 y 10 semanas posteriores a la finalización del estudio. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre grupos al finalizar la intervención ni durante el seguimiento.

La intervención en el grupo experimental consistió en un protocolo de tratamiento en el agua con inmersión total, ejecutando técnicas de estiramiento pasivo manual y entrenamiento funcional. En el grupo control se llevó a cabo el mismo protocolo descrito para el grupo experimental, desarrollado en este caso fuera del agua.

La función motora gruesa en este caso fue cuantificada con el instrumento "Gross Motor Function Measure-88".

Park<sup>19</sup> objetivó un aumento significativo de la función motora gruesa en el grupo experimental de terapia de neuromotor al finalizar la intervención, no constatándose este aumento en el grupo control. Se detectaron diferencias significativas entre grupos en favor del grupo experimental tras finalizar la intervención.

La función motora gruesa se cuantificó con el instrumento de medida "Gross Motor Function Measure".

Kumar<sup>26</sup> determinó un aumento significativo de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de entrenamiento de fuerza como en el grupo control al finalizar el estudio. Se detectaron diferencias significativas entre grupos en favor del grupo experimental tras finalizar la intervención.

En el grupo experimental, la intervención consistió en un programa de entrenamiento de fuerza compuesto por elevaciones bilaterales de tobillo, actividades sobre step, semisentadillas bilaterales y actividades específicas para fortalecimiento de cuádriceps y extensores de cadera, además de un programa de fisioterapia convencional. En el caso del grupo control, sólo se llevó a cabo el programa de fisioterapia convencional.

La función motora gruesa fue medida en este estudio mediante los instrumentos "Gross Motor Function Measure" y "Gross Motor Function Scale".

Wely<sup>18</sup> constató un aumento significativo de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de estimulación mediante actividad física como en el grupo control tras la finalización de la intervención. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre grupos tras la consecución del estudio.

La función motora gruesa se cuantificó con el instrumento de medida "Gross Motor Function Measure-66".

En el estudio de Ya-Chao<sup>27</sup> se objetivó un aumento de la función motora gruesa tanto en el grupo experimental de ejercicios de fortalecimiento como en el grupo control tras la finalización de la intervención, manteniéndose la mejora durante el seguimiento a los 3 meses después del tratamiento. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor del grupo experimental en la función motora gruesa frente al grupo control al finalizar la intervención, manteniéndose a lo largo del seguimiento.

El grupo experimental desarrolló un programa de estimulación neuromuscular sumado a un programa de ejercicios destinados al fortalecimiento mediante subida y bajada de escaleras, ejercicios con mancuernas y sentadillas.

Tabla 4. Efectos de la intervención en los Parámetros de Marcha en los grupos experimental y control. Gharib NM, El-Maksoud GMA, Rezk-Allah SS. Efficacy of gait trainer as an adjunct to traditional physical therapy on walking performance in hemiparetic cerebral palsied children: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2011;25:924–34. <https://doi.org/10.1177/0269215511400768>.

	Experimental group (n = 15)		Control group (n = 15)		Change score	
	Baseline	Post	Baseline	Post	Experimental	Control
Walking speed (m/sec)	0.53 ± 0.09	0.67 ± 0.09*	0.53 ± 0.102	0.63 ± 0.103*	0.14 ± 0.02	0.09 ± 0.02
Step length (m)						
Affected side	0.39 ± 0.06	0.46 ± 0.07*	0.38 ± 0.07	0.43 ± 0.06*	0.06 ± 0.02	0.05 ± 0.02
Nonaffected side	0.34 ± 0.05	0.43 ± 0.07*	0.33 ± 0.05	0.39 ± 0.07*	0.08 ± 0.039	0.05 ± 0.03
Ambulation index	63.60 ± 6.98	75.53 ± 7.36*	63.93 ± 6.81	66.06 ± 5.48	11.93 ± 2.89	2.13 ± 4.43
Time of support (% of gait cycle)						
Affected side	35.4 ± 4.61	42.4 ± 3.37*	34.73 ± 5.16	38.06 ± 4.63	7 ± 2.203	3.33 ± 6.25
Nonaffected side	64.6 ± 4.61	57.6 ± 3.37*	65.26 ± 5.16	61.93 ± 4.63	7 ± 2.203	3.33 ± 6.25

Values are mean ± SD.

Post: post-treatment assessment.

\*Significant at  $p < 0.05$ .

En el grupo control se desarrolló exclusivamente la estimulación neuromuscular.

La función motora gruesa fue cuantificada con el instrumento de medida "Gross Motor Function Measure".

### Marcha

Atendiendo a los *parámetros globales de marcha*, se destacó en el estudio de Gharib<sup>28</sup> un aumento significativo de la velocidad de marcha y longitud de paso tanto en el grupo experimental de entrenamiento sobre cinta ergométrica como en el grupo control tras finalizar la intervención. Respecto al tiempo de apoyo con cada pie y el índice de deambulación, sólo se detectaron cambios significativos en el grupo experimental, exponiendo también diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos a favor del grupo experimental en ambos parámetros tras concluir el tratamiento (tabla 4).

En el grupo experimental se llevó a cabo un programa de fisioterapia convencional sumado a un entrenamiento sobre cinta ergométrica mediante el dispositivo "Biodex Gait Trainer". En el grupo control se llevó a cabo exclusivamente un programa de fisioterapia convencional.

La modificación en los parámetros de marcha se cuantificó con el instrumento "Biodex Gait Trainer 2".

En los estudios de El Shamy<sup>23</sup> y El-Shamy<sup>29</sup> se detectaron cambios significativos tanto en el grupo experimental de entrenamiento de marcha y en el grupo experimental de ondas extracorpóreas, respectivamente, como en el grupo control tras la finalización de la intervención en los parámetros de marcha longitud de zancada, longitud de paso, velocidad y cadencia de la fase de apoyo, tiempo del ciclo y fase de oscilación. A su vez se objetivaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor del entrenamiento experimental de marcha tras la finalización de la intervención en los parámetros de marcha.

La intervención en el grupo experimental de consistió en un programa de fisioterapia compuesto por técnicas de desarrollo neurológico, estiramientos, ejercicios de fortalecimiento, entrenamiento propioceptivo y de movilidad sumado a la aplicación de ondas extracorpóreas en los músculos hipertónicos de miembro inferior. En el grupo control sólo se llevó a cabo el programa de fisioterapia.

Los parámetros de marcha se cuantificaron mediante un análisis tridimensional de la marcha sobre cinta, empleando para ello un sistema de grabación de vídeo.

Si nos centramos exclusivamente en la *velocidad de la marcha*, Wang<sup>17</sup> observó un aumento significativo de la misma tanto en el grupo experimental de ejercicio domiciliario como en el grupo control tras finalizar la intervención, no manteniéndose el incremento a lo largo del seguimiento. Sin embargo, entre ambos grupos no se detectaron diferencias significativas tras concluir el tratamiento.

La velocidad de la marcha se cuantificó con el instrumento "10-Meter Walking Test".

En el estudio de Ya-Chao<sup>27</sup> también se detectó un aumento significativo de la velocidad de la marcha tanto en el grupo experimental de ejercicios de fortalecimiento como en el grupo control tras finalizar la intervención. Se objetivaron a su vez diferencias significativas entre grupos en la velocidad de marcha a favor del grupo experimental tras concluir el tratamiento.

La velocidad de marcha se cuantificó con el instrumento "10-Meter Walking Test".

De acuerdo a la *capacidad de deambulación*, en el estudio de Wely<sup>18</sup> se constató un aumento significativo tanto en el grupo experimental de estimulación mediante actividad física como en el grupo control tras la finalización de la intervención. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre grupos tras concluir el tratamiento.

Tabla 5. Efectos de la intervención en la Espasticidad, cuantificada con la escala Modified Asworth Spasticity Score test. Adar S, Dündar Ü, Demirdal ÜS, Ulaşlı AM, Toktaş H, Solak Ö. The effect of aquatic exercise on spasticity, quality of life, and motor function in cerebral palsy. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2017;63:239–48. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2017.280>.

	Group 1 (n=17)		Group 2 (n=15)		p
	Median	Min-Max	Median	Min-Max	
Modified Ashworth scale					
RKF	0	0-1	0	0-2	0.078
LKF	0	0-1	0	0-2	0.106
RAF	1	0-3	1	0-3	0.658
LAF	2	0-3	1	1-3	0.184
RHA	0	0-1	0	0-2	0.162
LHA	0	0-1	0	0-2	0.205

RKF: Right Knee Flexors; LKF: Left Knee Flexors; RAF: Right ankle plantar flexors; LAF: Left ankle plantar flexors; RHA: Right hip adductors; LHA: Left hip adductors.

La capacidad de deambulación se cuantificó con el instrumento "1-Minute Walking Capacity".

### Espasticidad

El estudio de Adar<sup>24</sup> objetivó una reducción significativa de la espasticidad tanto en el grupo experimental de ejercicio acuático como en el grupo control tras finalizar la intervención. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras la conclusión del tratamiento (tabla 5). El grado de espasticidad fue cuantificado con el instrumento "Modified Asworth Scale Score".

Kumar<sup>26</sup> no detectó cambios estadísticamente significativos en el grado de espasticidad en el grupo experimental de entrenamiento de fuerza ni en el grupo control tras la finalización de la intervención. Tampoco se objetivaron diferencias significativas entre grupos tras la consecución del tratamiento.

El nivel de espasticidad se cuantificó con instrumento "Asworth Scale".

Emara<sup>20</sup> y El Shamy<sup>29</sup> y Ya-Chao<sup>27</sup> observaron una reducción significativa de la espasticidad en el grupo experimental de entrenamiento de marcha, en el grupo experimental de ondas extracorpóreas y en el grupo experimental de fortalecimiento muscular, respectivamente, como en los grupos control al finalizar la intervención. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor de los grupos experimentales de entrenamiento de marcha, ondas extracorpóreas y fortalecimiento muscular en comparación con el control tras concluir el tratamiento.

El nivel de espasticidad se cuantificó con los instrumentos "Modified Asworth Scale" y "Composite Spasticity Scale".

### Discapacidad, movilidad y calidad de vida

En los estudios de Wang<sup>17</sup> y Adar<sup>24</sup> se observó un aumento significativo de la movilidad y el autocuidado tanto en los grupos experimentales de ejercicio domiciliario y ejercicio acuático, respectivamente, como en los grupos control tras la finalización de la intervención, no manteniéndose

la mejora a lo largo del seguimiento. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos atendiendo a la movilidad funcional y autocuidado tras la finalización de la intervención, ni durante el seguimiento. La movilidad y el autocuidado se cuantificaron con los instrumentos "Pediatric Evaluation of Disability Inventory" y "Test Timed Up and Go".

Akinola<sup>25</sup> observó un aumento significativo del nivel de movilidad tanto en el grupo experimental de tratamiento acuático como en el grupo control tras la finalización de la intervención, manteniéndose esa mejora hasta las 8 y 10 semanas posteriores al inicio del tratamiento. Sin embargo, no se constataron diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras la finalización de la intervención ni durante el seguimiento. El nivel de movilidad se cuantificó con el instrumento "Gross Motor Function Measure Scale".

Wely<sup>18</sup> constató un aumento significativo de la actividad física y la capacidad aeróbica tanto en el grupo experimental de estimulación mediante actividad física como en el grupo control tras la finalización de la intervención. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras concluir el tratamiento. El nivel de actividad física se cuantificó con un acelerómetro en tobillo, mientras que la capacidad aeróbica se midió con un cicloergómetro.

En el estudio de Adar<sup>24</sup> se constataron mejoras significativas en el nivel de discapacidad y la independencia funcional tanto en el grupo experimental de ejercicio acuático como en el grupo control tras la finalización de la intervención. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras concluir el tratamiento. El nivel de discapacidad se cuantificó con el instrumento "Gross Motor Function Measure Scale", mientras que la independencia funcional se midió con el "Functional Independence Measure for Children (WeeFIM)".

Adar<sup>24</sup> también detectó un aumento significativo de la calidad de vida tanto en el grupo experimental de ejercicio acuático como en el grupo control tras la finalización de la intervención. No se observaron diferencias significativas entre grupos tras concluir la intervención. La calidad de

vida se cuantificó con el instrumento "Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL)".

### Actividad muscular plantiflexora y gasto energético

En los estudios de Adar<sup>24</sup> y El-Shamy<sup>23</sup> se objetivó una disminución significativa de la actividad muscular plantiflexora y el gasto energético tanto en los grupos experimentales de ejercicio acuático y entrenamiento de marcha, respectivamente, como en los grupos control tras la finalización de la intervención. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor del grupo de entrenamiento acuático y grupo de entrenamiento de marcha tras concluir el tratamiento.

El nivel de actividad muscular plantiflexora se cuantificó con un ecógrafo en modo B, modelo "MyLab", mientras que el gasto energético se midió de acuerdo a un calorímetro.

## 4. DISCUSIÓN

El ejercicio terapéutico posee una buena evidencia científica en la mejora de diversos aspectos funcionales en niños con parálisis cerebral en base a los resultados obtenidos.

En lo referido a la fuerza, el ejercicio activo muestra un cambio significativo antes y después del programa de intervención<sup>16-18</sup>. Existen estudios que demuestran que la mejora de la fuerza es debida a la terapia mediante vibración por el hecho de que aumenta la excitabilidad de las motoneuronas espinales. Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas entre el grupo que realiza vibración combinado con ejercicio terapéutico, frente al grupo que solamente realiza ejercicio terapéutico<sup>16</sup>. Del mismo modo, otros estudios muestran que la música puede ser un factor a considerar en el aumento de la fuerza muscular, aunque como se ha podido comprobar no existen diferencias significativas en el parámetro fuerza entre los grupos de estudio<sup>17</sup>. Por último, se ha podido comprobar como el ejercicio terapéutico y la fisioterapia convencional aumentan de igual forma la fuerza muscular en niños con parálisis cerebral. Según el autor, este hecho puede ser debido a la poca duración del programa de ejercicio terapéutico, a la pronta fatiga del niño y a su poca motivación<sup>30</sup>.

Respecto a la variable de equilibrio, el ejercicio activo también muestra resultados significativamente positivos<sup>16,19-22</sup>. La mejora del equilibrio, no es debido a la incorporación de la vibración al programa de ejercicio activo como defienden algunos autores, sino que se relaciona con un incremento de la fuerza de la musculatura implicada en la marcha y del tronco<sup>16</sup>. Otro estudio también relaciona que la mejora del equilibrio es debida a un incremento de la fuerza de la extremidad parética puesto que se aprecian diferencias significativas entre ambos grupos<sup>19</sup>. Del mismo modo, se vuelve a evidenciar el aumento del equilibrio como consecuencia de la mejora de la fuerza de las extremidades inferiores, siendo más significativo en el grupo que recibe además un entrenamiento de la marcha en cinta<sup>20</sup>. Además de la relación de la fuerza muscular de la extremidad inferior, también se ha observado que la mejora en el equilibrio es debido a un incremento de la fuerza de la musculatura del CORE, lo que provoca que exista una mejor integración entre la musculatura

del tronco y de las extremidades inferiores. Las técnicas de neurodesarrollo mejoran significativamente más el equilibrio en combinación con ejercicio terapéutico<sup>21</sup>. Por último, un programa de ejercicio terapéutico activo tiene beneficios significativos en la mejora del equilibrio, aunque esa mejora será mayor en combinación con un programa específico de entrenamiento del equilibrio, reduciendo así el riesgo de caídas<sup>31</sup>.

En cuanto a la función motora gruesa, se vuelve a observar que el ejercicio terapéutico mejora significativamente dicho aspecto<sup>17-19,24-27</sup>. Existen estudios que relacionan la mejora de la función motora gruesa en niños con parálisis cerebral, con un programa basado en la técnica de mejora sensorial. Dicha mejora se debe a la incorporación de un ritmo musical, que provoca una mejor coordinación en los movimientos haciéndolos más eficientes y ejecutados en menor tiempo<sup>17</sup>. Ciertos autores consideran que el ejercicio acuático ofrece mejores resultados que el ejercicio terapéutico fuera del agua. Sin embargo, tal y como hemos visto en los resultados, ambos tipos de programas son efectivos para mejorar la función motora gruesa de los niños, no habiendo diferencias significativas entre ambos grupos. El trabajo acuático, puede ser mejor opción por el hecho de ser ejercicios de menor impacto<sup>24,25</sup>. La mejora de la función motora gruesa también se relaciona con un programa de entrenamiento de la fuerza de la extremidad inferior parética, por lo tanto, las técnicas de neurodesarrollo, la estimulación neuromuscular y la fisioterapia convencional son más efectivas en combinación con un programa de fortalecimiento de miembro inferior<sup>18,26,27</sup>. Por otro lado, se vuelve a evidenciar que no hay diferencias significativas entre la fisioterapia convencional y el ejercicio terapéutico en la mejora de la función motora gruesa, relacionándolo de nuevo con un programa de corta duración, la fatiga y motivación<sup>32</sup>.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y en referencia a los parámetros globales de marcha, se vuelven a evidenciar cambios significativos<sup>23,28,29</sup>. El incremento en la longitud de paso y zancada y la velocidad de la marcha podría explicarse por un aumento del control voluntario de la musculatura del miembro inferior, sumado a un proceso de reaprendizaje que podría resultar fundamental en el niño con parálisis cerebral, mediante la ejecución de ejercicios mediante el sistema ensayo-repetición. También es destacable el empleo de un programa de fisioterapia sumado a un entrenamiento en marcha en el aumento de las reacciones posturales y el reparto del peso corporal en el miembro afecto<sup>28</sup>. Por otra parte, la repetición de fases específicas de la marcha un número determinado de veces, es efectiva en el desarrollo del ritmo repetitivo necesario para la deambulación, incrementando a su vez el control motor en los miembros inferiores para cada una de las fases de locomoción, asociándose a un incremento de la fuerza, la coordinación y resistencia en su ejecución por el individuo. Por otra parte, un entrenamiento orientado a tareas con inclusión de locomoción ha demostrado tener la capacidad de reescribir y reorganizar la información alojada en el sistema nervioso central, facilitando la posterior ejecución del patrón de marcha, corregido por el terapeuta y adaptado a las características biomecánicas del paciente con la extremidad parética<sup>33</sup>.

La velocidad de la marcha y capacidad de deambulaci3n, tambi3n experimentaron un aumento significativo tras la finalizaci3n de los programas de tratamiento<sup>17,18,27</sup>. Este incremento, tras los resultados del estudio, puede estar relacionado con el aumento de la fuerza y el equilibrio dinámico desarrollado en el entrenamiento experimental, que sería capaz de aportar una ganancia en la habilidad para regular la transferencia de peso entre ambos miembros y aportar un mayor control en el paso y la zancada, contribuyendo al aumento en la velocidad y cadencia de cada uno de los ciclos de marcha<sup>33,34</sup>. Del mismo modo, un incremento de la funci3n motora gruesa tambi3n se relaciona con un aumento de la velocidad de marcha, ya que el incremento del reparto de cargas en el centro de masa del individuo podría ser interesante en el aumento de propiocepci3n hacia niveles centrales de integraci3n, asociándose a una respuesta m3s r3pida en el ciclo de marcha<sup>34</sup>.

En referencia a la variable espasticidad, se observa una controversia de los efectos que tiene el ejercicio terapéutico en la mejora de este parámetro, puesto que no se relaciona un programa de ejercicio terapéutico con una disminuci3n del grado de espasticidad<sup>26</sup>. Sin embargo, en otros estudios, sí que se observa una mejora en la espasticidad realizando, tanto ejercicio terapéutico acuático, como terrestre, siendo significativamente mayor dicha mejora combinando dichos programas con un programa específico de la marcha en cinta. Esto puede ser debido a un mejora en la integraci3n de la propiocepci3n y del equilibrio en los movimientos, lo que permite adaptaciones del tono al movimiento realizado<sup>20,24</sup>. Otros autores, correlacionan el cambio en el grado de espasticidad con un programa de ejercicio terapéutico combinado con ondas extracorpóreas, lo que produce un aumento en la regeneraci3n del tejido y aumento de la vascularizaci3n, o recibiendo un programa de ejercicio en combinaci3n con un programa específico de fortalecimiento<sup>35</sup>.

Las variables de discapacidad, movilidad y calidad de vida tambi3n experimentaron cambios significativos tras la finalizaci3n de los diferentes estudios. En el caso de la movilidad funcional y autocuidado, se detectó una mejora significativa, que podría explicarse por un aumento de la fuerza muscular, los recursos motrices y habilidades de control adem3s del incremento de la resistencia cardiorrespiratoria, pues el ejercicio acuático de bajo impacto sería capaz de aumentar la velocidad en el ciclo de marcha, la movilidad funcional y el equilibrio<sup>17,24,25</sup>. Una reducci3n en el nivel de suspensi3n de agua tras llevar a cabo el ejercicio es capaz de aumentar el reparto de pesos, aumentando las habilidades motrices en suspensi3n parcial<sup>36</sup>. La discapacidad está inversamente relacionada con la calidad de vida, sin embargo, es interesante llevar a cabo un aumento en las habilidades orientadas a tareas para aportar un trabajo funcional al individuo. El paciente podría evidenciar una reducci3n de la discapacidad tras un entrenamiento domiciliario orientado a la funci3n específica cotidiana, concluyendo en un incremento del desempeñ3n funcional al ejecutar tareas domésticas. Esta reducci3n se asocia a su vez a un aumento en la calidad de vida del niño, capaz de desenvolverse con mayor independencia en el medio externo<sup>17,36</sup>.

Tambi3n se detectaron diferencias significativas en las variables actividad muscular plantiflexora<sup>24</sup> y gasto energético

tr3s finalizar la intervenci3n respectiva en cada estudio. La disminuci3n expuesta de la actividad muscular plantiflexora es capaz de explicarse por el tratamiento del grupo experimental en el medio acuático, donde la reducci3n del efecto de la gravedad permitiría un movimiento relativamente mayor coordinado con la intenci3n, eliminando ligeramente el efecto del patr3n espástico<sup>24</sup>. Esta reducci3n en la actividad del m3sculo gastrocnemio es capaz de relacionarse con el grado de coordinaci3n y la eliminaci3n de espasticidad. El gasto energético tambi3n se redujo tras la ejecuci3n de ejercicio terapéutico en el grupo experimental acuático, fruto del trabajo en combinaci3n con diferentes posiciones y t3cnicas de fortalecimiento, trabajo aer3bico y t3cnicas de estiramiento, desarrolladas a distintos niveles de inmersi3n<sup>37</sup>.

Dicho todo esto, y viendo los resultados que ha obtenido el ejercicio terapéutico activo en todos los estudios analizados, se puede afirmar que, un programa de ejercicio terapéutico activo sería el tratamiento de elecci3n para mejorar aspectos funcionales tales como la marcha, la fuerza muscular y el equilibrio entre otros. Si, adem3s de dicho programa, se combina con un entrenamiento específico del aspecto funcional a mejorar, como puede ser un programa específico de entrenamiento de la marcha en cinta ergométrica, un programa específico de entrenamiento del equilibrio, o de fortalecimiento muscular, la probabilidad de éxito en la intervenci3n aumenta exponencialmente.

Tambi3n es reseñable el hecho de que la variable fuerza repercute directamente en variables como equilibrio, funci3n motora gruesa y marcha, influenciando de forma positiva en la calidad de vida del paciente, pues a mayor grado de movilidad, mayor independencia y autonomía del niño con parálisis cerebral.

No se puede asegurar hasta cuando se mantienen los cambios generados con una intervenci3n de programa compuesto por ejercicio terapéutico, y consideramos que sería interesante cuantificar si estos cambios perduran en el tiempo. En referencia a lo expuesto, los programas de ejercicio terapéutico domiciliario serían una buena elecci3n para mantener los progresos generados a lo largo del tiempo.

Para concluir, es considerable señalar la existencia de muchas terapias efectivas para mejorar diversos aspectos funcionales en niños con parálisis cerebral, como son las t3cnicas de neurodesarrollo, la musicoterapia, la vibraci3n, la estimulaci3n neuromuscular, la estimulaci3n eléctrica, etc. Sin embargo, dichas terapias no pueden ser aplicadas de forma aislada como tratamiento de elecci3n, sino que deberían aplicarse combinadas siempre con programas de ejercicio terapéutico.

Por tanto, pude concluirse que:

1. Los programas de ejercicio terapéutico son el tratamiento de elecci3n en niños con parálisis cerebral.
2. Los programas de ejercicio terapéutico aumentan significativamente la funcionalidad de los miembros inferiores de niños con parálisis cerebral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Granild-Jensen JB, Rackauskaite G, Flachs EM, Uldall P. Predictors for early diagnosis of cerebral palsy from national registry data. *Dev Med Child Neurol.* 2015; 57: 931-5. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12760>.
2. Bassan H. Tailoring neuromotor interventions for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2015;57:894-5. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12815>.
3. Verschuren O, Peterson MD. Nutrition and physical activity in people with cerebral palsy: opposite sides of the same coin. *Dev Med Child Neurol.* 2016; 58: 426. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13107>.
4. Akhter N, Khan AA, Ayyub A. Motor impairment and skeletal mineralization in children with cerebral palsy. *J Pak Med Assoc.* 2017; 67: 200-3.
5. Foley S. Whose goal is it anyway? Self-directed goal setting for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016; 58: 533-4. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12946>.
6. Schiariti V, Mâsse LC. Relevant areas of functioning in children with cerebral palsy based on the international classification of functioning, disability and health coding system: a clinical perspective. *J Child Neurol.* 2015; 30: 216-22. <https://doi.org/10.1177/0883073814533005>.
7. Alcaraz J, Oliver A, Sánchez JM. Platelet-Rich Plasma in a Patient with Cerebral Palsy. *Am J Case Rep.* 2015; 16: 469-72. <https://doi.org/10.12659/AJCR.893805>.
8. Peterson M. Physical inactivity and secondary health complications in cerebral palsy: chicken or egg? *Dev Med Child Neurol.* 2015; 57: 114-5. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12578>.
9. Lust JM, Wilson PH, Steenbergen B. Motor imagery difficulties in children with Cerebral Palsy: A specific or general deficit? *Res Dev Disabil.* 2016; 57: 102-11. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.06.010>.
10. Dewar R, Love S, Johnston LM. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2015; 57: 504-20. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12660>.
11. Jeevanantham D. Application of the International Classification of Functioning, Disability and Health - Children and Youth in Children With Cerebral Palsy. *Indian Pediatr.* 2016; 53: 805-10. <https://doi.org/10.1007/s13312-016-0935-8>.
12. McIntyre S. How low can we go? Recognizing infants at high risk of cerebral palsy earlier. *Dev Med Child Neurol.* 2015; 57: 891. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12787>.
13. Jauhari P, Singhi P, Sankhyan N, Malhi P, Vyas S, Khandelwal N. A Comparison of Spastic Diplegia in Term and Preterm-Born Children. *J Child Neurol.* 2018; 33: 333-9. <https://doi.org/10.1177/0883073817754175>.
14. Hsu C-W, Kang Y-N, Tseng S-H. Effects of Therapeutic Exercise Intensity on Cerebral Palsy Outcomes: A Systematic Review With Meta-Regression of Randomized Clinical Trials. *Front Neurol.* 2019; 10: 657. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00657>.
15. Manning KY, Fehlings D, Mesterman R, Gorter JW, Switzer L, Campbell C, et al. Resting State and Diffusion Neuroimaging Predictors of Clinical Improvements Following Constraint-Induced Movement Therapy in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *J Child Neurol.* 2015; 30: 1507-14. <https://doi.org/10.1177/0883073815572686>.
16. El-Shamy SM. Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93: 114-21. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182a541a4>.
17. Wang T-H, Peng Y-C, Chen Y-L, Lu T-W, Liao H-F, Tang P-F, et al. A home-based program using patterned sensory enhancement improves resistance exercise effects for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013; 27: 684-94. <https://doi.org/10.1177/1545968313491001>.
18. Van Wely L, Balemans AC, Becher JG, Dallmeijer AJ. Physical activity stimulation program for children with cerebral palsy did not improve physical activity: a randomised trial. *J Physiother.* 2014; 60: 40-9. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2013.12.007>.
19. Park S-I, Kim M-S, Choi J-D. Effects of concentric and eccentric control exercise on gross motor function and balance ability of paretic leg in children with spastic hemiplegia. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28: 2128-31. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2128>.
20. Emara HAMA. Effect of a new physical therapy concept on dynamic balance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics.* 2015; 16: 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.ejmhg.2014.09.001>.
21. Ali MSM, Elazem FHA, Anwar GM. Effect of Core Stabilizing Program on Balance in Spastic Diplegic Cerebral Palsy Children. *International Journal of Pharm-Tech Research.* 2016: 8.
22. El-Shamy SM, Abd El Kafy EM. Effect of balance training on postural balance control and risk of fall in children with diplegic cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2014; 36: 1176-83. <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.833312>.
23. El-Shamy SM, Abdelaal AAM. WalkAide Efficacy on Gait and Energy Expenditure in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016; 95: 629-38. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000514>.
24. Adar S, Dündar Ü, Demirdal ÜS, Ulaşlı AM, Toktaş H, Solak Ö. The effect of aquatic exercise on spasticity,

- quality of life, and motor function in cerebral palsy. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2017; 63: 239-48. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2017.280>.
25. Akinola BI, Gbiri CA, Odebiyi DO. Effect of a 10-Week Aquatic Exercise Training Program on Gross Motor Function in Children With Spastic Cerebral Palsy. *Glob Pediatr Health.* 2019; 6: 2333794X19857378. <https://doi.org/10.1177/2333794X19857378>.
  26. Kumar A, Kabeer S, Aikat R, Juneja M. Effect of strength training of muscles of lower limb of young children with cerebral palsy on gross motor function. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2010; 4: 4-7.
  27. Qi Y-C, Niu X-L, Gao Y-R, Wang H-B, Hu M, Dong L-P, et al. Therapeutic Effect Evaluation of Neuromuscular Electrical Stimulation With or Without Strengthening Exercise on Spastic Cerebral Palsy. *Clin Pediatr. (Phila)* 2018; 57: 580-3. <https://doi.org/10.1177/0009922817732619>.
  28. Gharib NM, El-Maksoud GMA, Rezk-Allah SS. Efficacy of gait trainer as an adjunct to traditional physical therapy on walking performance in hemiparetic cerebral palsied children: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2011; 25: 924-34. <https://doi.org/10.1177/0269215511400768>.
  29. El-Shamy SM, Eid MA, El-Banna MF. Effect of extracorporeal shock wave therapy on gait pattern in hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93: 1065-72. <https://doi.org/10.1097/PHM.000000000000133>.
  30. Ross SM, MacDonald M, Bigouette JP. Effects of strength training on mobility in adults with cerebral palsy: A systematic review. *Disabil Health J.* 2016; 9: 375-84. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.04.005>.
  31. Hsieh H-C. Effects of a Gaming Platform on Balance Training for Children With Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2018; 30: 303-8. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000521>.
  32. Lintanf M, Bourseul J-S, Houx L, Lempereur M, Brochard S, Pons C. Effect of ankle-foot orthoses on gait, balance and gross motor function in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018; 32: 1175-88. <https://doi.org/10.1177/0269215518771824>.
  33. van Gelder L, Booth ATC, van de Port I, Buizer AI, Harlaar J, van der Krogt MM. Real-time feedback to improve gait in children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 2017; 52: 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.11.021>.
  34. Son MS, Jung DH, You JSH, Yi CH, Jeon HS, Cha YJ. Effects of dynamic neuromuscular stabilization on diaphragm movement, postural control, balance and gait performance in cerebral palsy. *NeuroRehabilitation.* 2017; 41: 739-46. <https://doi.org/10.3233/NRE-172155>.
  35. Bar-On L, Molenaers G, Aertbeliën E, Van Campenhout A, Feys H, Nuttin B, et al. Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy. *Biomed Res Int.* 2015; 2015: 317047. <https://doi.org/10.1155/2015/317047>.
  36. Schiariti V, Longo E, Shoshmin A, Kozhushko L, Bess-trashnova Y, Król M, et al. Implementation of the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) Core Sets for Children and Youth with Cerebral Palsy: Global Initiatives Promoting Optimal Functioning. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091899>.
  37. Pinto TPS, Fonseca ST, Gonçalves RV, Souza TR, Vaz DV, Silva PLP, et al. Mechanisms contributing to gait speed and metabolic cost in children with unilateral cerebral palsy. *Braz J Phys Ther.* 2018; 22: 42-8. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.015>.

**+ Publicación Tesina**

(Incluido en el precio)

2.495 €  
ON-LINE1500  
HORAS60  
ECTS**Máster en Asistencia en Urgencias y Emergencias**

Edición: 1ª. TÍTULO PROPIO.

Evaluación. 371 Preguntas tipo test, 72 Supuestos y Tesina de investigación

**+ Publicación Tesina**

(Incluido en el precio)

1.270 €  
ON-LINE675  
HORAS27  
ECTS**Experto Universitario en Laboratorio Clínico y Hematológico**

Edición: 13ª. TÍTULO PROPIO.

Evaluación. 120 Preguntas tipo test, 36 Supuestos y Tesina de investigación

