

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2025-2026

**EFFECTOS DE LAS INTERVENCIONES MOTORAS Y
RESPIRATORIAS, APLICADA DE FORMA AISLADA O
COMBINADA, SOBRE LA FUNCIÓN MOTORA Y LA CAPACIDAD
VENTILATORIA EN LOS NIÑOS Y ADOLESCENTES CON
PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL.**



**Universidad
Europea**

Autora

Aïnoha SANTOS- -GARCIA

Tutora

Guillermo Enrique URIOS PASTOR

Valencia, 2026

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, quiero expresar mi más profunda gratitud a todas las personas que han participado en la realización de este Trabajo de Fin de Grado.

A la universidad, por la formación completa que nos ha brindado, por los encuentros inolvidables que han marcado estos cuatro años y, sobre todo, a esos profesores apasionados que han sabido transmitir mucho más que conocimientos: el amor por esta profesión. Gracias también a los diferentes centros de prácticas, especialmente en este último año, durante el cual tuve la suerte de conocer a profesionales profundamente humanos y dedicados, así como a los pacientes que quedarán grabados en mi corazón para siempre.

A mis amigos de la universidad, sin quienes estos cuatro años no habrían sido la experiencia más hermosa de mi vida. A aquellos que solo se cruzaron en mi camino, como a los que se quedan y me han levantado, devolviéndome la sonrisa, sin los cuales no me habría convertido en quien soy: gracias. Gracias por las horas de estudio, por las tazas de café interminables, por las salidas, por las risas imparables y, sobre todo, por este amor indescriptible.

A mis amigos de Francia, que han sabido mantener el vínculo a pesar de la distancia. Gracias por estar siempre orgullosos de mí, por cambiar vuestros horarios para pasar unos minutos conmigo cuando vuelvo, o incluso por cruzar fronteras para darme una sorpresa. Os quiero.

A mi familia en Francia, que ha seguido mi trayectoria muy de cerca y me ha animado sin descanso a lo largo de los años.

A mis tías, Marlène y Fiona. Gracias por haber sido siempre esas confidentes con las que me he sentido comprendida, apoyada y valorada, sin importar las circunstancias. Gracias por haberme dado las herramientas para enfrentarme al mundo exterior con más confianza. Gracias por creer en mí como si fuera una heroína capaz de todo. Gracias por haberme elegido como vuestra fisioterapeuta particular desde el inicio de este camino.

A mis abuelos, Maria Tereza, Julian y Martine, en cuyos ojos siempre me he sentido como la octava maravilla del mundo. Estáis dispuestos a mover montañas para hacerme brillar. Gracias por no haber dejado nunca de creer en mí y en la persona en la que me podía convertir.

A mi hermano pequeño, por su energía positiva, y quien incluso a miles de kilómetros de distancia siempre estará dispuesto a venir a defenderme.

A mis padres, por su amor incondicional y por todos los sacrificios que me han permitido acercarme un poco más a mi sueño. Gracias por vuestro aliento constante, vuestro

apoyo incondicional, vuestras palabras y consejos reconfortantes en cada momento de duda, y vuestra presencia en cada etapa de este camino. Siempre habéis antepuesto la felicidad de vuestros hijos a la vuestra, sin esperar nunca nada a cambio. Habéis creído en mí mucho más de lo que yo misma he sido capaz de hacerlo a veces.

Un recuerdo inmenso para aquellos que nos dejaron durante este periodo: Papi Nini, Mamita y Maminou. Gracias por esas largas conversaciones hablando de vosotros, de vuestra historia, de mí, de todo y de nada... y sobre todo por esos momentos de risas y felicidad compartidos. Tenéis una bisnieta llena de alegría que os guardará en su corazón y en su memoria para siempre.

Y finalmente, a la niña que fui, tímida y llena de ansiedad sobre el futuro. Te has convertido en una adulta amada y admirada por quien eres realmente. Una persona que sigue haciendo reír a los que la rodean a pesar de sí misma. Así que gracias por no haberte rendido durante estos cuatro años sembrados de obstáculos, dudas y extraordinarias, y por haber creído en ti misma como todas las personas mencionadas anteriormente supieron hacerlo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS Y NUMERACIÓN DE LAS SECCIONES

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	1
ABSTRACT AND KEYS WORDS.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. PREGUNTA PICO.....	5
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Principal.....	5
3.2 Secundarios.....	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4.1 Diseño del estudio.....	6
4.2 Criterios de selección.....	6
4.2.1 Criterios de inclusión.....	6
4.2.2 Criterios de exclusión.....	6
4.3 Estrategia de búsqueda	7
5. RESULTADOS	10
5.1 Objetivo específico 1: Resultados de los efectos de las intervenciones de rehabilitación motora sobre la función motora en niños con PCI.....	10
5.2 Objetivo específico 2: Resultados de los efectos de los ejercicios respiratorios sobre la capacidad ventilatoria	11

5.3 Objetivo específico 3: Resultados de los diferentes protocolos de intervenciones los más usados en la literatura	12
5.4 Objetivo específico 4: Resultados de las variables de resultados.....	13
5.5 Objetivo específico 5: resultados del impacto sobre la resistencia y la calidad de vida.	13
6. DISCUSIÓN	16
7. LIMITACIONES.....	20
8. PERSPECTIVAS.....	21
9. CONCLUSIONES.....	22
10. BIBLIOGRAFÍA	23

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CP QOL-Child	Cerebral Palsy Quality of Life Questionnaire for Children
FEV1	Volumen Espiratorio Forzado en 1s
FST	Functional Strength Training
FVC	Capacidad Vital Forzada
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
IMT	Inspiratory Muscle Training
Kid-KINDL	Cuestionario sobre la calidad de vida de los niños
MDST	Manual Diaphragmatic Stretching Technique
MEP	Maximal Expiratory Pressure
MIP	Maximal Inspiratory Pressure
PBS	Pediatric Balance Scale
PCI	Parálisis Cerebral Infantil
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RCT	Ensayo clínico aleatorio
TCMS	Trunk Control Measurement Scale
TUG	Timed Up and Go
UCOM	Centro de masa superior derecho
VRT	Virtual Reality
SLST	Test de apoyo monopodal

ÍNDICES DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo para la estrategia de búsqueda de los artículos estudiados.....**9**

Figura 2: Modelo de enfoque terapéutico integrado en la PCI.....**19**

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de revisión bibliográfica sin aplicación de los filtros.....	7
Tabla 2: Tabla de revisión bibliográfica con aplicación de los filtros.....	8
Tabla 3: Tabla de evaluación de la calidad metodológica de los artículos según la escala PEDro.....	9
Tabla 4: Síntesis de los parámetros de dosificación y protocolos de las intervenciones.....	12
Tabla 5. Resumen de los resultados.....	14

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES:

Introducción: La parálisis cerebral infantil (PCI) agrupa trastornos permanentes del movimiento y de la postura limitando la actividad. Más allá de los trastornos motores, la afectación de la mecánica ventilatoria por la debilidad muscular y la rigidez torácica constituye una complicación frecuente pero a menudo subestimada.

Objetivo: Analizar los efectos de las intervenciones motoras y respiratorias, aplicadas de manera aislada o combinada, sobre la función motora y la capacidad ventilatoria en los niños y adolescentes con PCI.

Material y métodos: se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica siguiendo las recomendaciones PRISMA. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, PEDro y Cochrane para los artículos publicados entre 2018 y 2026. Los criterios de inclusión incluían ensayos clínicos aleatorizados (ECA) con pacientes de 0 a 18 años y una puntuación de la escala PEDro ≥ 10 . Finalmente, se seleccionaron 10 artículos para el análisis final.

Resultados: Las intervenciones motoras (entrenamiento de la fuerza funcional, realidad virtual, doble tarea) mejoran significativamente la función motora. El entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT), aumentan la presión inspiratoria máxima (MIP) de 31,52%. Las técnicas de estiramiento del diafragma (MDST) mejoran la movilidad diafragmática cerca de 1cm. Además, las intervenciones combinadas o intensivas aumentan la resistencia en la prueba de marcha de 6 minutos (6MWT) y mejoran significativamente la calidad de vida de los niños.

Conclusión: Las intervenciones motoras y respiratorias generan beneficios importantes. El enfoque terapéutico integrado, que genera una sinergia mecánica por la estabilización del tronco ("core") y una sinergia neurológica por la neuroplasticidad, resulta más eficaz que el tratamiento convencional a la hora de fomentar la autonomía y la calidad de vida.

Palabras claves: Fisioterapia, Parálisis cerebral infantil, niños, función pulmonar, función motora, ejercicios respiratorios.

ABSTRACT AND KEY WORDS

Introduction: Cerebral palsy (CP) is a group of permanent disorders of movement and posture that limit physical activity. Beyond motor impairments, the impact of muscle weakness and chest stiffness on respiratory mechanics is a common but often underestimated complication.

Objective: To analyze the effects of motor and respiratory interventions, administered either alone or in combination, on motor function and ventilatory capacity in children and adolescents with cerebral palsy.

Material and methods: A bibliographic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines. The literature search was performed in the PubMed, PEDro, and Cochrane databases for articles published between 2018 and 2026. Inclusion criteria included randomized controlled trials (RCTs) involving patients aged 0 to 18 years and a PEDro score of 6 $\geq$ 10. Ultimately, 10 articles were selected for the final analysis.

Results: Motor interventions (functional strength training, virtual reality, dual-task training) significantly improve inspiratory muscle tone (IMT) and increase maximum inspiratory pressure (MIP) by 31.52%. Diaphragmatic stretching techniques (MDST) improve diaphragmatic mobility by approximately 1 cm. Furthermore, combined or intensive interventions increase endurance in the 6-minutes walk test (6MWT) and significantly improve children's quality of life.

Conclusion: Motor and respiratory interventions yield significant benefits. The integrated therapeutic approach, which creates mechanical synergy through core stabilization and neurological synergy through neuroplasticity, is more effective than conventional treatment in promoting independence and quality of life.

Keywords: Physiotherapy, cerebral palsy, children, lung function, motor function, breathing exercise

1. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PCI) está definida como un conjunto de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura, que ocasionan limitaciones en la actividad. Esta enfermedad aparece por lesiones no progresivas ocurridas durante el desarrollo fetal, infantil o postnatal. (1,2,3,4). Las lesiones pueden derivarse de malformaciones congénitas, complicaciones obstétricas, infecciones intrauterinas o del sistema nervioso central, o como consecuencia de traumatismos. (1).

Aunque las lesiones cerebrales iniciales no son evolutivas, las manifestaciones clínicas pueden aparecer con el tiempo en relación con el crecimiento o a la aparición de complicaciones. Se estima que la PCI afecta 17 millones de personas en el mundo, lo que la convierte en la principal causa de discapacidad motora en la infancia. (5). Su prevalencia se estima entre 1,5 y 3 por 1000 nacidos, y es más importante en los países con bajos ingresos. Esto se debe a la falta de acceso a los cuidados perinatales y a los servicios de reeducación especializados. (1,3).

Desde el punto de vista clínico, la PCI es una patología heterogénea que puede calificarse según el tipo de trastornos motor predominante. La forma espástica, la más frecuente, se caracteriza por una hipertonía y un aumento de la velocidad-dependiente del reflejo de estiramiento. La forma discinética se asocia con movimientos involuntarios y una distonía. Por otro lado, la forma atáxica se manifiesta por trastornos de la coordinación y del equilibrio. (1,3). Una clasificación funcional en particular, a través de la Gross Motor Function Classification System (GMFCS), permite categorizar a los niños según el nivel de autonomía motora y de la dependencia. Esta escala es particularmente relevante porque la severidad motora está directamente relacionada con el riesgo de complicaciones secundarias, especialmente respiratorias. (1)

Su detección precoz constituye un importante reto para la salud pública. Los recién nacidos, sobre todo los prematuros o los niños que presentan complicaciones neonatales, deben beneficiar de un diagnóstico precoz para iniciar rápidamente un abordaje terapéutico adaptado (1,5). La intervención precoz se basa en los principios de la neuroplasticidad dependiente de la actividad. Durante los primeros años de vida, el cerebro presenta una capacidad elevada de reorganización estructural y funcional. El potencial motor global alcanza el 90% de su funcionamiento máximo cuando el niño tiene 5 años (5). Las intervenciones repetidas, específicas y orientadas a objetivos funcionales pueden reforzar los circuitos neuronales implicados en el control motor, favoreciendo una mejor adaptación funcional. Un tratamiento fisioterapéutico precoz e intensivo puede limitar la aparición de patrones motores patológicos y prevenir ciertas complicaciones secundarias.

Desde el punto de vista fisiopatológico, la PCI se caracteriza por alteración del control motor selectivo, una debilidad muscular y una espasticidad (3,4). La espasticidad provoca una

co-contracción excesiva de músculos agonistas y antagonistas, limitando la amplitud articular y la eficacia del movimiento. Por otra parte, la debilidad muscular está relacionada con un defecto de activación central y modificaciones estructurales musculares, incluyendo una disminución de la sección transversal de las fibras. Estas alteraciones provocan una disminución de la resistencia, un aumento del coste energético de las actividades y restricciones de la participación social (3,4,6). Con el crecimiento, los desequilibrios musculares favorecen el desarrollo de contracturas, deformidades ortopédicas y trastornos posturales que agravan las limitaciones funcionales.

La insuficiencia respiratoria es una complicación frecuente, pero a veces subestimada de la PCI. La debilidad de los músculos respiratorios, la espasticidad axial, la rigidez torácica y las alteraciones posturales modifican la mecánica ventilatoria y reducen la distensibilidad torácica (1,7). La movilidad costal disminuye y la coordinación respiratoria alterada comprometen la eficacia ventilatoria y la eliminación de secreciones. Estos mecanismos provocan una disminución de la capacidad pulmonar, una reducción de los flujos espiratorios y un riesgo importante de infecciones respiratorias recurrentes, contribuyendo significativamente a la morbilidad pediátrica (1,7). Los niños que presentan un nivel elevado en el GMFCS están particularmente expuestos a estas complicaciones debido a su movilidad reducida y de su independencia funcional (1). Así, los trastornos respiratorios aparecen como una consecuencia funcional directa de las alteraciones motoras y posturales.

En este contexto, la fisioterapia ocupa un papel central en la gestión integral de la PCI. Las intervenciones motoras orientadas a tareas y basadas en los principios del aprendizaje motor permiten mejorar la fuerza muscular, la coordinación, la resistencia y el rendimiento funcional, sobre todo evaluadas en la escala GMFM (3,6). En el ámbito respiratorio, los ejercicios específicos sirven para fortalecer los músculos inspiratorios, mejorar la movilidad torácica y optimizar el control ventilatorio (7,8). El entrenamiento de los músculos respiratorios demostró efectos positivos en la presión inspiratoria máxima y la capacidad ventilatoria, lo que sugiere un beneficio funcional clínicamente relevante (1,7,8).

A pesar de estos hallazgos, la literatura científica presenta ciertas limitaciones. La mayoría de los estudios se centran en una sola dimensión del tratamiento, o motora o respiratoria, sin explorar de manera sistemática su posible interacción. Los protocolos usados son heterogéneos en cuanto a la intensidad, la duración y los criterios de evaluación, lo que dificulta la comparación de resultados y la obtención de conclusiones firmes.

Por ello, resulta necesario integrar la evidencia disponible y analizar de forma conjunta ambas dimensiones del conocimiento, posibles vacíos en la investigación. Asimismo, se busca valorar si un abordaje combinado podría generar efectos complementarios sobre la función motora, la capacidad ventilatoria y la calidad de vida de los niños y adolescentes con PCI.

2. PREGUNTA PICO

¿Qué efectos tienen las intervenciones motoras y respiratorias, aplicadas de forma aislada o combinada, sobre la función motora y la capacidad ventilatoria en los niños y adolescentes con parálisis cerebral infantil ?

- P (Población): niños y adolescentes con parálisis cerebral infantil (PCI) de 0 a 18 años.
- I (Intervención): intervenciones motoras y respiratorias, aplicadas de forma aislada o combinada.
- C (Comparación): fisioterapia convencional o ausencia de intervención.
- O (Resultados/Outcomes): funciona motora (medida por escalas como GMFM-88) y capacidad ventilatoria (presiones respiratorias y volúmenes pulmonares).

3. OBJETIVOS

3.1 Principal:

Analizar los efectos de las intervenciones motoras y respiratorias, aplicadas de forma aislada o combinada, sobre la función motora y la capacidad ventilatoria en niños y adolescentes con parálisis cerebral infantil.

3.2 Secundarios:

- Describir los efectos de las intervenciones de rehabilitación motora sobre la función motora en niños con PCI.
- Examinar los efectos de los ejercicios respiratorios sobre la capacidad ventilatoria.
- Identificar los protocolos de intervenciones más usados en la literatura reciente.
- Analizar las variables de resultados empleadas para evaluar la función motora y respiratoria.
- Explorar el posible impacto de las intervenciones sobre variables funcionales como la resistencia y la calidad de vida.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Diseño del estudio

En este estudio se ha realizado una revisión bibliográfica estructurada siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el objetivo de garantizar una estructura metodológica transparente y de calidad. Este trabajo se realizó entre los meses de enero y de abril de 2026, y consiste en una búsqueda en la literatura científica enfocada sobre la rehabilitación combinada de las funciones respiratorias y motoras en los niños con PCI.

4.2 Criterios de selección

4.2.1 Criterios de inclusión

Para afinar la búsqueda y garantizar la pertinencia de los artículos seleccionados, se definieron los siguientes criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos aleatorizados.
- Estudios publicados entre 2018 y 2026. Se delimitó este periodo de publicación para garantizar la actualidad de la evidencia científica e incluir estudios fundamentales (como aquella de Keles et al., 2018) privilegiando los avances clínicos más avanzados.
- Artículos redactados en inglés, castellano o francés. Se eligieron estos 3 idiomas por ser los dominantes en la literatura científica biomédica.
- Niños y adolescentes (0-18 años).
- Niños con parálisis cerebral infantil.
- Estudios que evalúen intervenciones de rehabilitación motora, ejercicios respiratorios o la combinación de ambos.
- Artículos con score PEDro superior o igual a 6/10. Se estableció este punto de corte en la escala PEDro con el objetivo de garantizar una calidad metodológica moderada-alta y reducir el riesgo de sesgo en los estudios incluidos.

4.2.2 Criterios de exclusión

- Estudios observacionales, revisiones sistemáticas o metaanálisis.
- Población más de 18 años.
- Estudios que incluyan participantes con otras patologías neurológicas.
- Estudios con puntuación en la escala PEDro inferior a 6/10.

4.3 Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, PEDro y Cochrane, debido a su relevancia en el ámbito de las ciencias de la salud y de la fisioterapia. Se utilizaron combinaciones de palabras claves y términos de MeSH relacionados con: « Cerebral palsy », « Children », « Physiotherapy », « Respiratory function », « Breathing exercises », « Inspiratory muscle training ». Los términos fueron combinados mediante operadores booleanos (AND, OR) para optimizar la sensibilidad y especificidad de la búsqueda.

Se optó por el uso de descriptores MeSH y términos específicos con el fin de abarcar la complejidad multidimensional de la parálisis cerebral. Dada la diversidad terminológica en la literatura científica para referirse a las intervenciones motoras y respiratorias, esta estrategia permitió asegurar una búsqueda exhaustiva y recopilar todas las evidencias relevantes para responder a la pregunta PICO planteada.

Tabla 1. Tabla de revisión bibliográfica sin aplicación de los filtros

BASES DE DATOS	DESCRIPTORES	TOTAL DE ARTICULOS
PubMed	("Cerebral Palsy"[Mesh] OR "cerebral palsy") AND ("Child"[Mesh] OR "Adolescent"[Mesh] OR child* OR pediatric OR adolescent*) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR physiotherapy OR "motor rehabilitation" OR "motor training") AND("Respiration"[Mesh] OR "Respiratory Muscles"[Mesh] OR "breathing exercises" OR "inspiratory muscle training" OR "respiratory training")	24
PEDro	cerebral palsy AND respiratory training	19
	cerebral palsy AND breathing exercises	2
	cerebral palsy AND inspiratory muscle training	9
	Cerebral palsy AND motor training	742
Cochrane	("Cerebral Palsy"[Mesh] OR cerebral palsy) AND ("Child"[Mesh] OR child* OR adolescent*) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR physiotherapy OR rehabilitation) AND (respiratory OR breathing OR inspiratory muscle training OR trunk control OR postural control)	446

Inicialmente, con las ecuaciones, se identificaron un total de 1242 artículos. (PubMed: 24, PEDro: 772, Cochrane: 446) (**Tabla 1**). Tras la exportación al gestor bibliográfico Zotero y una posterior verificación manual, se identificaron y eliminaron 40 duplicados, resultando 1202 artículos únicos para la fase de cribado.

Después de la aplicación de los filtros de búsqueda (**Tabla 2**), se guardaron 398 artículos para una lectura de los títulos y resúmenes. Después de esta etapa, se han seleccionado 17 artículos para leerlos en su totalidad.

Finalmente, se incluyeron en el análisis final 10 artículos que cumplían estrictamente con la pregunta PICO y los criterios de calidad de PEDro: 1 en PubMed, 5 en PEDro y 4 en Cochrane.

Se realizaron múltiples búsquedas independientes en PEDro combinando « cerebral palsy » con diferentes términos con la dimensión motora y respiratoria, con el objetivo de ampliar la sensibilidad de la búsqueda.

Tabla 2. Tabla de revisión bibliográfica con aplicación de los filtros.

	FILTROS APLICADOS	RESULTADOS	ARTICULOS PROVISIONALMENTE SELECCIONADOS
PubMed	Fecha de publicación: 8 años (2018) Tipo de estudio: randomized controlled trials Población: birth-18 años	3	1
PEDro	Subdiscipline: pediatric Topic: cerebral palsy Method: clinical trials Fecha de publicación: 2018 Score Pedro: 6	cerebral palsy AND respiratory training=>3	1
		cerebral palsy AND breathing exercises=>0	0
		cerebral palsy AND inspiratory muscle training =>2	1
		Cerebral palsy AND motor training=> 69	3
Cochrane	Fecha de publicación: entre 2018 y 2026	321	4

Fuente: elaboración propia

Debido a la limitada disponibilidad de ensayos clínicos que evalúen protocolos únicos estrictamente combinados, se han seleccionado estudios que analizan intervenciones motoras y respiratorias por separado. Esto permite realizar una síntesis de evidencias que fundamente la necesidad clínica de un abordaje terapéutico integral.

La calidad metodológica de todos los artículos incluidos fue verificada en la base de datos PEDro, confirmando una puntuación $\geq 6/10$ (**Tabla 3**).

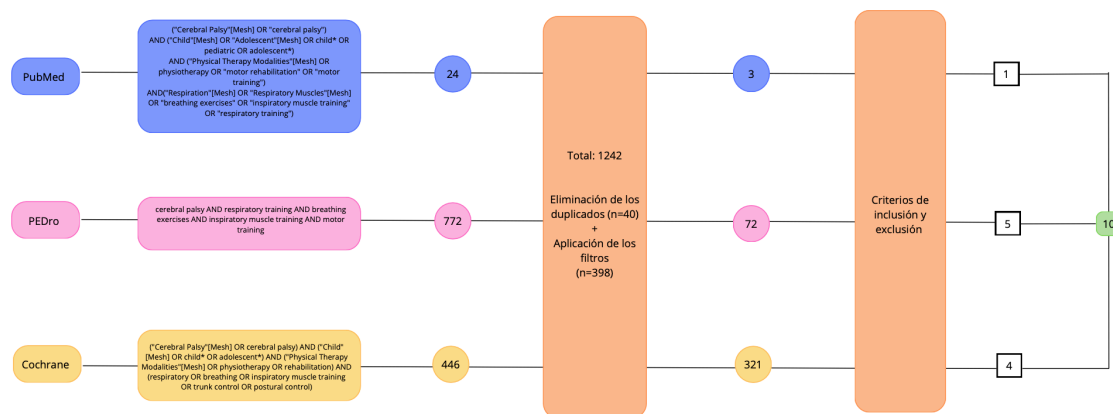
Tabla 3. Tabla de evaluación de la calidad metodológica de los artículos según la escala PEDro.

ESCALA PEDRO													
BASES DE DATOS	Autores y año de publicación	ITEMS DE LA ESCALA											PUNTUACIÓN TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
PEDro	Gurusamy et al. (2022)	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
	Uysal et al. (2024)	No	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7/10
	Ziab et al. (2024)	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	9/10
	Ismaeel (2022)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	6/10
	Keles et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
PubMed	Bennett et al. (2021)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
Cochrane	Abdel-Aziem (2024)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
	Soliman et al. (2022)	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7/10
	Kulikov et al (2022)	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	7/10
	AL-Nemr et al. (2024)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	8/10

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1: Criterios de elección; 2: Asignación aleatoria; 3: Ocultación asignación; 4: Grupos homogéneos al inicio; 5: Cegamientos participantes; 6: Cegamiento terapeutas; 7: Cegamiento evaluadores; 8: Seguimiento adecuado; 9: Análisis por intención de tratar; 10: Comparación entre grupos y 11: Variabilidad y puntos estimados.

Figura 1. Diagrama de flujo para la estrategia de búsqueda de los artículos estudiados



Fuente: elaboración propia

5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 1: Resultados de los efectos de las intervenciones de rehabilitación motora sobre la función motora en niños con PCI.

Las investigaciones recientes subrayan que la eficacia de la rehabilitación motora reside en la especificidad de los ejercicios. En el ensayo clínico de Gurusamy et al. (2022), realizado con 40 niños con PCI diplejía (GMFCS I-III), se observó que el entrenamiento de fuerza funcional (FST) produjo una mejora de 9,4 puntos en la puntuación total de la escala GMFM-88 ($p=0,003$) en comparación con la fisioterapia convencional (9). Por otro lado, el estudio de Ziab et al. (2024), con una muestra de 46 niños (GMFCS I-II), reportó que el entrenamiento con la realidad virtual, (VRT) (Xbox 360) mejoró significativamente el equilibrio dinámico, destacando una reducción en el desplazamiento del centro de masa superior derecho (UCOM) en comparación con el entrenamiento convencional ($p<0,05$).

En cuanto al entrenamiento en doble tarea (motora-cognitiva), el estudio de Uysal et al. (2024) realizado con 30 niños, reportó mejoras en el equilibrio funcional medido por la Pediatric Balance Scale (PBS) y el test de apoyo monopodal (SLST) con un valor de $p<0,01$. Asimismo, este grupo de intervención mostró una superioridad estadística en pruebas de rendimiento como el Timed Up and GO (TUG), el test de marcha de 6 metros (6MWT) (10, 11).

También, técnicas de control postural como la marcha atrás han mostrado beneficios específicos. Abdel-Aziem et al. (2024) evaluaron a 55 niños con PCI hemipléjica. Reportaron

que este entrenamiento redujó el desequilibrio del tronco de 15,48 mm a 8,89 mm y mejoró el índice de marcha dinámica (DGI) de 16,56 a 19,48 puntos tras la intervención (12). Respecto a la estabilización del núcleo frente a la terapia de rebote en 52 niños, reportando que el grupo de estabilidad del “core” obtuvo mejoras significativamente superiores en todos los índices de estabilidad del Biodex Bálenle System ($p<0,0001$). Finalmente, la investigación de Ismaeel (2022) sobre 32 niños con PCI unilateral, encontró que el “Motor priming” incrementó la fuerza de prensión del lado afectado de 2,55kg a 5,09kg ($p<0,05$) y la edad equivalente para la prensión en la escala Peabody de 16,6 a 33,57 meses en un periodo de 10 semanas (13).

5.2 Objetivo específico 2: Resultados de los efectos de los ejercicios respiratorios sobre la capacidad ventilatoria.

La función respiratoria en los niños con PCI suele estar limitada por una debilidad muscular y una rigidez de la caja torácica. En el artículo de Keles et al (2018), con 25 niños (GMFCS I-II), el entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) mostró un incremento significativo del 30% en la presión inspiratoria del diafragma. Después del programa de 6 semanas, tenemos un aumento de la media de la presión inspiratoria máxima (MIP) de 22,85 cmH₂O ($p<0,001$), lo que representa un aumento del 31,52% en comparación con el grupo control (14).

Sobre las estructuras, los estiramientos manuales del diafragma (MDST), Bennett et al. (2021) reportaron en 53 niños, incrementos de 0,97 cm en el lado derecho ($p<0,001$) y de 0,82 cm en el lado izquierdo ($p=0,001$). Al devolver la flexibilidad a este músculo principal, se permite una mayor amplitud de movimiento de la caja torácica inferior de 0,57 cm ($p=0,013$) y abdominal de 0,87 cm ($p=0,003$)(15).

Si el IMT solo no modifica sistemáticamente los volúmenes pulmonares dinámicos, el entrenamiento aeróbico intermitente de 10 semanas permite aumentar significativamente la capacidad vital forzada (FVC) del 78,2% al 87,4% ($p=0,002$). El volumen espiratorio forzado (FEV1) aumenta del 67,4% al 79,6% ($p<0,001$) según Soliman et al. (2022) (14,16). Finalmente, Kulikov et al. (2022) informaron que en 42 niños (3-7 años), el entrenamiento con hipoxia hipercápica mejoró la oxigenación cerebral, reduciendo el tiempo de conducción motora central entre 2,2 y 2,5 ms ($p<0,05$) y disminuyendo el umbral de excitación de la corteza motora entre un 12% y un 16% ($p<0,01$) (17).

5.3 Objetivo específico 3: Resultados de los diferentes protocolos de intervenciones los más usados en la literatura.

El análisis de la literatura permite identificar una « dosis » terapéutica óptima. La tendencia actual se aleja de las sesiones aisladas para dar prioridad a los protocolos intensivos de 3 sesiones por semana sobre 6 a 12 semanas (9,10,11). Se considera que este periodo es necesario para observar cambios fisiológicos (hipertrofia muscular) y neurológicos (aprendizaje motor). Para el IMT, el protocolo de referencia usa una resistencia de 30% de la capacidad máxima del niño, y se practica 30 min por días, 7 días a la semana (14). Por otro lado, la técnica MDST se aplica en 3 series de 10 respiraciones profundas, con 1 minuto de descanso entre series, con una frecuencia de 3 días por semana durante 6 semanas (15). En cuanto a las intervenciones motoras, los protocolos de FST emplean sesiones de 45 a 60 minutos, 3 veces por semana durante 6 semanas, integrando ejercicios en bipedestación y sedestación (9).

Los protocolos de doble tarea y de realidad VRT son cada vez más largos (12 semanas, con 3 sesiones a la semana, durante 45 a 60min) (10). El entrenamiento aeróbico intermitente es más intensivo, con 4 sesiones por semana durante 10 semanas. Tienen una duración de 40 a 50 minutos y una intensidad de 60-80% de la frecuencia cardíaca máxima (16). Programas de estabilización del core y rebound therapy también reportan beneficios significativos con una dosis de 3 sesiones semanales de 90 minutos cada una durante un ciclo de 12 semanas (18).

Tabla 4: Síntesis de los parámetros de dosificación y protocolos de las intervenciones.

Tipo de intervención	Intensidad/ Resistencia	Frecuencia	Duración por sesión	Duración del programa
IMT	30% MIP	7 días / 7	30 min	6 semanas
MDST	3 x 10 respiraciones	3 días / 7	N/A	6 semanas
FST	Ejercicios funcionales	3 días / 7	45-60 min	6 semanas
VRT/ Doble tarea	Lúdico/ cognitivo	3 días / 7	45-60 min	12 semanas
Estabilización core	Estabilización axial	3 días / 7	90 min	12 semanas
Aeróbico	60-80% FC Max	4 días / 7	40-50 min	10 semanas

Fuente: elaboración propia.

5.4 Objetivo específico 4: Resultados de las variables de resultados.

La elección de los instrumentos de medición en los estudios refleja la necesidad de cuantificar avances que a menudo son sutiles. La escala GMFM queda la referencia ideal para la motricidad porque segmenta cada movimientos (saltar, *ramper*), permitiendo de ver precisamente el ámbito que está mejorando (9). También se utiliza la Pediatric Balance Scale (PBS), la Trunk Control Measurement Scale (TCMS) y el Timed Up and Go (TUG). En los que respecta a la respiración, la espirometría y la manovacuometría son fundamentales, ya que convierten la sensación de « respirar mejor » en datos cuantitativos (litros de aire, presiones en cmH₂O) (14, 15).

Una innovación importante es el uso de la ecografía para visualizar el diafragma. Esto permite a los investigadores medir el grosor y el movimiento del músculo en tiempo real, ofreciendo una prueba anatómica directa de la eficacia de los ejercicios (15).

5.5 Objetivo específico 5: Resultados del impacto sobre la resistencia y la calidad de vida.

El objetivo final de estas terapias es la integración social y el bienestar. La mejora de la capacidad aeróbica (resistencia) es crucial: un niño que se cansa menos rápido puede jugar más tiempo con sus compañeros, lo que está directamente relacionado con una mayor autoestima. Los tests de 6 minutos marcha (6MWT) relevaban que el entrenamiento de IMT aumenta la distancia recorrida durante el test de 57,1 metros (95% CI 37,58–76,62; $p < 0,001$) con menos esfuerzo, según el estudio de Keles et al. (2018) (14). Por otro lado, Soliman et al. (2022) reportaron una mejora superior de 79,8 metros en la distancia recorrida por el grupo de entrenamiento aeróbico intermitente (16). Asimismo, AL-Nemr et al. (2024) analizaron programas de estabilización del core y reportaron un incremento en la distancia de marcha de 283,3 a 300,6 metros ($p < 0,0001$) tras 12 semanas de intervención (18).

Esta reducción de la dificultad física tiene un impacto directo en la calidad de vida. Los resultados obtenidos mediante cuestionarios como el Cerebral Palsy Quality of Life Questionnaire for Children (CP QOL-Child) releva que después del protocolo de IMT, se observó un aumento de 13,73 puntos ($p < 0,001$) en el dominio de bienestar social. El entrenamiento de doble tarea estudiado por Uysal et al. (2024), demostró mejoras superiores en todas las puntuaciones del cuestionario KINDL ($p < 0,01$) en comparación con la fisioterapia convencional (10, 14).

Tabla 5. Resumen de los resultados

Autor y año	Diseño del estudio	Muestra	Variables	Instrumentos de medida	Principales resultados	Tipos de intervenciones
Gurusamy et al. (2022)	R C T multicéntrico	n= 40 niños con PCI diplejica	Función motora global	GMFM-88	El entrenamiento de la fuerza funcional mostró resultados superiores a la fisioterapia convencional.	Motora
Uysal et al. (2024)	R C T simple-blind	n= 30 niños con PCI	Equilibrio, movilidad, calidad de vida	P B B S , T U G , 6MWT, Kid-KINDL	El entrenamiento de la “doble tarea” supera al grupo de control en cuanto al equilibrio.	Motora
Ziab et al. (2024)	R C T en doble-blind	n= 45 niños con PCI (GMFCS I-II)	Equilibrio, función motora global	GMFM-66, PBBS	La realidad virtual (Xbox) mejora significativamente el equilibrio dinámico.	Motora
Abdel-Aziem	RCT	n= 55 niños con PCI hemipléjica	Geometría de la espalda, movilidad funcional	Sistema formétrico 4 D , Dynamic Gait Index	La marcha de espalda mejora más la alineación postural que la marcha por delante	Motora
Ismaeel (2022)	RCT	n= 32 niños con PCI unilateral	Fuerza de prensión, motricidad fina	Peabody Scale (PDM S-F M) , dinamometría	El refuerzo del lado sano mejora la fuerza y la motricidad del lado afectado.	Motora

Keles et al. (2018)	Ensayo clínico aleatorio (RCT)	n= 30 niños con PCI (GMFCS I-III)	Fuerza de respiración, control del tronco, capacidad de ejercicios	Manovacuometría, G M F M, 6MWT, Kid-KINDL	Aumento de la fuerza inspiratoria, de la resistencia y de la calidad de vida.	Respiratoria y fisioterapia convencional
Bennett et al. (2021)	RCT	n= 44 niños con PCI (GMFCS I-III)	Función inspiratoria y	Espirometría, ecografía.	Aumento de la movilidad del diafragma y de la capacidad vital forzada (CVF).	Respiratoria y fisioterapia convencional
Soliman et al. (2022)	RCT	n= 36 niños con PCI y asma	Capacidad aeróbica, función pulmonar, marcha	Espirometría, 6MWT, análisis de la marcha	Aumento de la resistencia y mejora de la función pulmonar (VEMS/ CVF).	Respiratoria y motora
Kulikov et al (2022)	RCT triple-blind	n= 42 (3-7 años) con PCI	Funciones motoras y cognitivas	E E G, estimulación magnética, escalas motoras	Reducción del tiempo de conducción motora; mejora de la plasticidad cerebral.	Respiratoria y motora
AL-Nemr et al. (2024)	RCT	n= 52 niños con PCI hemipléjica	Equilibrio, fuerza de los extensores de rodilla, marcha	Bio de x Balance System, dinamometría, 6MWT	La estabilización del "core" es superior a del equilibrio.	Motora

Fuente: elaboración propia

6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión fue analizar si la integración de ejercicios respiratorios específicos a una rehabilitación convencional, permite obtener resultados superiores en los niños con PCI. El análisis de los datos sugiere que este enfoque combinado no solo se limita a adicionar los beneficios, sino que elabora una verdadera sinergia terapéutica multidimensional, incluyendo una estrategia sobre las funciones respiratorias y motoras.

Una de las principales aportaciones de este estudio es que pone de manifiesto la doble función del diafragma. Más allá de su función respiratoria, actúa como el “techo” del núcleo muscular central (core). En la PCI, la debilidad de este músculo compromete la presión intra-abdominal necesaria en el control postural.

Los estudios de Keles et al (2018) confirman esta interdependencia: un entrenamiento específico (IMT) permite un aumento de la fuerza de 31,52%, que se traduce directamente por una mejoría del control postural dinámico, evaluado en la escala TCMS (14). En paralelo, el estudio de Bennett et al. (2021), demuestra que el MDST aumenta la movilidad diafragmática de aproximadamente 1cm (15). Esta ventaja es fundamental. Permite reducir la rigidez torácica y ofrecer una base estable para el movimiento de los miembros. Esto hace que los valores de movilidad se acerquen a los de los niños sanos. Estos resultados sugieren que “respirar mejor” proporciona la estabilidad técnica necesaria para “moverse mejor”. Esta necesidad está confirmada por AL-Nemr et al. (2024), donde los resultados muestran que la estabilización específica del core es más eficaz que la terapia de rebote para mejorar el equilibrio dinámico (18). Ligando estos resultados aquellos de Keles, se entiende que el diafragma y los músculos profundos del tronco forman una unidad funcional indisociable para la postura (14).

La eficacia de la combinación terapéutica se basa en los mecanismos de plasticidad cerebral profunda. El estudio de Kulikov et al. (2022) sobre la hipoxia hipercápica muestra que el entrenamiento respiratorio puede reducir el tiempo de conducción motora central de 2,2 a 2,5 ms. Este fenómeno actúa como un facilitador neurofisiológico que optimiza la excitabilidad del cortex motor, reduciendo su umbral de excitación entre un 12% y un 16% (17).

Este concepto se alinea con el “motor priming” estudiado por Ismaeel (2022), donde la estimulación previa del sistema nervioso del hemisferio sano, prepara los circuitos neuronales a un aprendizaje más rápido durante las tareas funcionales (13). Por lo tanto, los ejercicios respiratorios no se limitan a ser un soporte pulmonar, sino que funcionan como un estimulador de la plasticidad cerebral que potencia la rehabilitación motora posterior.

Estos resultados destacan la superioridad de los enfoques específicos y funcionales frente a la fisioterapia analítica tradicional. Por ejemplo, la FST analizado por Gurusamy et al. (2022), demuestra que la integración de movimientos cotidianos (levantarse, subir escaleras) supone una mejora significativa de 9,4 puntos en la escala GMFM-88, facilitando la transición

directa hacia la autonomía (9). Por su parte, Ziab et al. (2024) y Uysal et al. (2024) se enfocaron en las tecnologías innovadoras como la VRT y el entrenamiento en doble tarea, que aportan como una nueva dimensión lúdica esencial (10,11). Estos sistemas obligan al niño a buscar ajustes posturales en tiempo real en frente a estímulos visuales, mejorando el equilibrio dinámico de manera más intuitiva que los ejercicios clásicos al suelo. En este sentido, Uysal et al. (2024), demuestran que el entrenamiento en doble tarea no solo mejora el equilibrio funcional (escala PBS), sino que facilita la automatización del movimiento. Al obligar al niño a gestionar una carga cognitiva mientras camina o se mantiene de pie, reduce el tiempo de ejecución en pruebas funcional como el TUG y el 3MBWT. Esta optimización de los tiempos es crucial para la autonomía en entornos reales. La marcha atrás analizada por Abdel-Aziem (2024), solicita las cadenas musculares posteriores que a menudo se pasan por alto en el tratamiento convencional. Este enfoque permite reducir el desequilibrio del tronco (de 15,48mm a 8,89mm) de manera más eficaz que la marcha clásica hacia delante (12).

Tal como se detalla en la Tabla 3, a pesar de la heterogeneidad de los protocolos, emerge un consenso sobre la necesidad de intervenciones intensivas. Esta tendencia hacia la intensidad de concreta en parámetros específicos según el tipo de intervención. Para la rehabilitación respiratoria, el uso de una resistencia del 30% de la MIP en el IMT, practicado diariamente durante 30 minutos, se consolida como el estándar para lograr una sobrecarga muscular efectiva sin agotar al paciente (14). Por otro lado, las intervenciones motoras como el FST o la VRT requieren una exposición de 45 a 60 minutos, al menos 3 veces por semana, para facilitar el aprendizaje motor y la neuroplasticidad (9, 11).

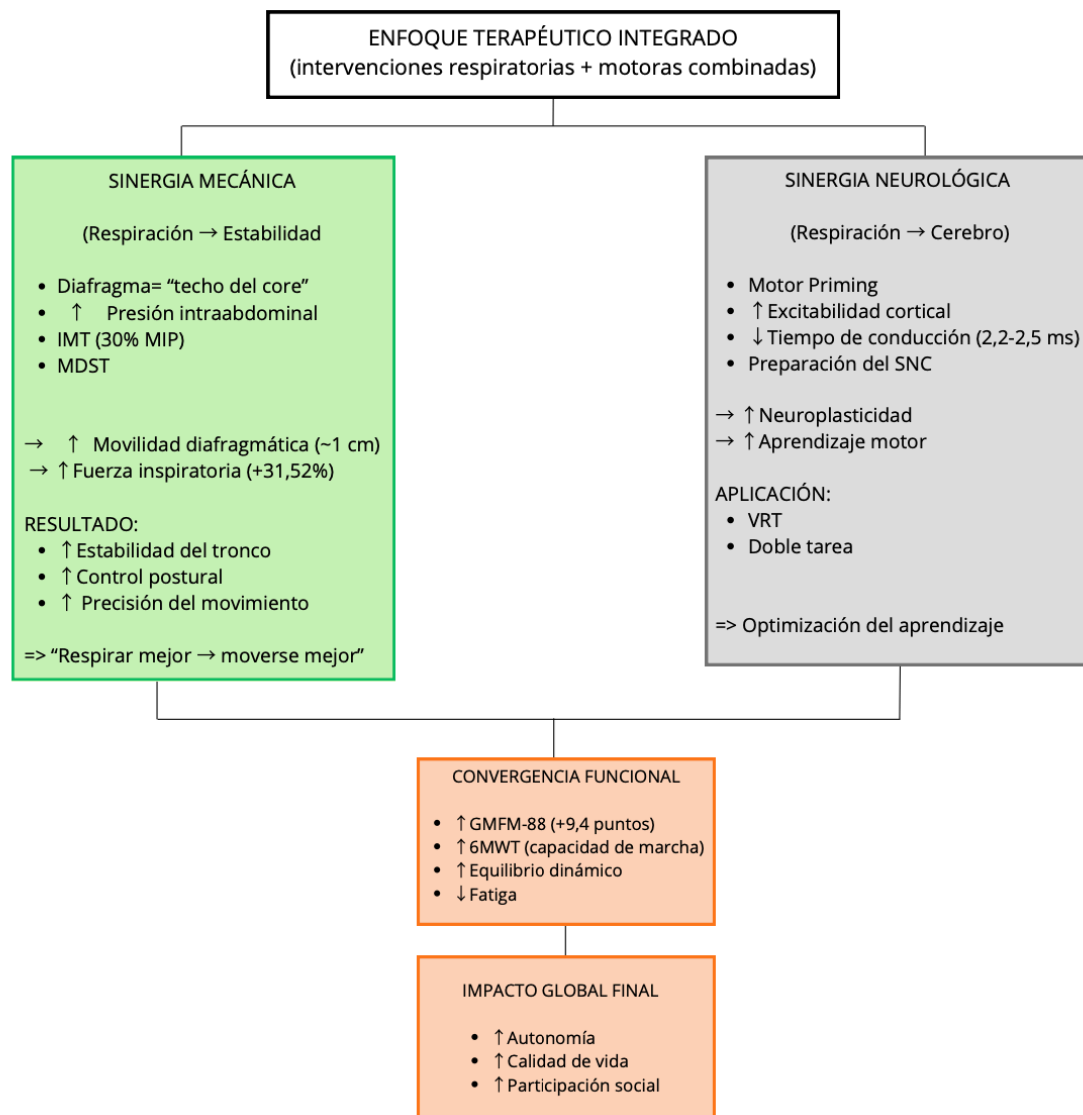
Es notable que programas con una carga horaria superior, como la estabilización del “core” de 90 minutos, se extiendan hasta las 12 semanas para asegurar cambios en el control postural complejo. Esta dosificación no es arbitraria; responde a la necesidad fisiológica de un estímulo sostenido para transformar las ganancias analíticas en mejoras funcionales reales. De este modo, se permite que el niño procese y automatice los nuevos patrones de movimiento antes de finalizar el ciclo terapéutico (18). Una duración de entre 6 y 12 semanas, con una frecuencia de 3 a 4 sesiones semanales, se perfila como la pauta óptima para inducir cambios estructurales (hipertrofia) y respiratorios. La convergencia de los protocolos hacia sesiones de 45 a 60 minutos, como recomiendan Gurusamy et al. (2022) y Uysal et al. (2024), destaca la necesidad de un tiempo de trabajo prolongado. Esta duración es fundamental para generar una fatiga controlada que facilite la adaptación muscular y la transferencia funcional (9, 10). Finalmente, el protocolo de IMT a 30% de la MIP, practicado cotidianamente, parece ser una referencia segura, ofreciendo un reto muscular suficiente sin provocar fatiga (14).

El objetivo final de la rehabilitación integral es mejorar de la calidad de vida. La optimización de la capacidad aeróbica queda evidenciada por un incremento significativo de 57,1 m en la prueba de marcha (6MWT) tras el IMT (Keles et al., 2018) (14). Asimismo, Soliman

et al. (2022), reportaron una mejora superior de 79,8m asociada a un aumento del 10% en la FVC en niños asmáticos, lo que contribuye a reducir la fatiga en las actividades diarias (16). Clínicamente, esta mayor tolerancia al esfuerzo permite al niño participar durante más tiempo en juegos y actividades sociales, reforzando su autoestima y su autonomía. Las puntuaciones significativamente superiores en los cuestionarios KINDL y CP GOL-Child, confirman que el bienestar emocional y la aceptación social están intrínsecamente ligados a la solidez de los sistemas motor y respiratorio. Más precisamente, el entrenamiento en doble tarea estudiada por Uysal et al. (2024) demuestra que la destreza motora adquirida en bajo demandas cognitivas favorece directamente la participación social del niños. Esta mejora se traduce en un incremento significativo de todos los dominios de su calidad de vida (10).

Por fin, es fundamental reconocer la heterogeneidad de las muestras incluidas en esta revisión, que abarcan un rango de edad de los 3 a los 18 años y diversos niveles de severidad funcional, desde el GMFCS I hasta el V (15). Esta diversidad clínica dificulta la obtención de conclusiones universales y la estandarización de un protocolo único para todo el espectro de la PCI. Por otro lado, 18 las intervenciones respiratorias demuestran ser vitales para los niños con niveles GMFCS IV y V con el fin de reducir complicaciones respiratorias graves. Por otro lado, las terapias motoras intensivas como el FST o la VRT muestran su mayor potencial de eficacia funcional en los niveles I a III (11). Por lo tanto, la aplicación de estos resultados en la práctica clínica debe ser estratificada y adaptada al perfil motor y respiratorio específico de cada paciente.

Figura 2. Modelo de enfoque terapéutico integrado en la PCI



Fuente: elaboración propia

Como se ilustra en la figura 2, la evidencia analizada sugiere que la rehabilitación no debe ser una suma de intervenciones aisladas, sino un modelo integrado basado en dos pilares fundamentales. El eje de la sinergia mecánica (respiración -> estabilidad) confirma el papel del diafragma como el “techo del core”. La aplicación de protocolos de IMT (al 30% de la MIP) y de MDST permite lograr un aumento de la movilidad diafragmática (1 cm) y de la fuerza inspiratoria en un 31,52%. En este sentido, se genera la presión intraabdominal necesaria para estabilizar el tronco (14). Esta estabilidad es la que permite finalmente una mayor precisión en el movimiento de las extremidades bajo el principio de “respirar mejor para moverse mejor” (15).

El segundo eje es la sinergia neurológica (respiración -> cerebro): más allá de la mecánica, el entrenamiento respiratorio actúa como un “motor priming” que prepara el sistema nervioso central (13). Al reducir el tiempo de conducción motora entre 2,2 y 2,5 ms, se incrementa la excitabilidad cortical. Esto facilita que el niño sea más receptivo al aprendizaje motor durante intervenciones innovadoras como la VRT o la doble tarea (17).

Ambos mecanismos convergen en resultados clínicos tangibles, destacando el aumento de 9,4 puntos en la escala GMFM-88 y la mejora en la capacidad de marcha (6MWT) (9, 10). En última instancia, este enfoque integral busca transformar la fisiología del paciente en un impacto global positivo: mayor autonomía, participación social y calidad de vida.

A pesar de la consistencia de los resultados positivos, es necesario reconocer que la evidencia procede de muestras reducidas y podrá estar influenciada por una tendencia general a publicar resultados favorables.

7. LIMITACIONES

A pesar de los resultados alentadores, esta revisión bibliográfica presenta varias limitaciones metodológicas y clínicas que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los datos:

- El número de estudios que evalúan una combinación “estricta” y estandarizada de rehabilitación motora y ejercicios respiratorios en un mismo protocolo sigue siendo limitado, lo que requiere a menudo la yuxtaposición de resultados procedentes de intervenciones paralelas.
- La población estudiada abarca un rango de edad muy amplio (de 3 a 18 años) y diferentes niveles de severidad funcional. La mayoría de las investigaciones se centran en niños con niveles GMFCS I a III, por lo que la evidencia en los niveles IV y V, donde los problemas respiratorios son vitales, sigue siendo insuficiente para establecer conclusiones universales.
- Gran parte de los estudios incluidos destacan muestras reducidas, que suelen oscilar entre 25 y 55 participantes. Esta falta de poder estadístico limita la solidez de los resultados y su extrapolación al conjunto de población pediátrica con PCI.
- Existe una gran diversidad en los criterios de evaluación, que varían desde parámetros respiratorios técnicos (FEV1, FVC) hasta escalas motoras funcionales (GMFM, PBS). Esta

heterogeneidad dificulta la comparación directa entre estudios y el establecimiento de un protocolo clínico estandarizado.

- Existe una gran diversidad en las modalidades de intervención, que sea por la duración (6 a 12 semanas), la intensidad IMT o tipos de soportes tecnológicos usados como la VRT. Esta heterogeneidad dificulta la comparación directa entre los estudios y el establecimiento de un protocolo estandarizado.
- La falta de datos de seguimiento varios meses después del final de las intervenciones no permite confirmar la persistencia de los beneficios a largo plazo, sobre todo en los parámetros motores complejos y la calidad de vida.
- Debe considerarse el sesgo de publicación, ya que existe una tendencia en la literatura científica a publicar principalmente estudios con resultados positivos o significativos. Esto podría influir en las conclusiones de esta revisión, al no incluir posibles investigaciones con resultados neutros o negativos que no llegaron a publicarse.

8. PERSPECTIVAS

Las investigaciones futuras deberían centrarse en :

- Ensayos clínicos a mayor escala que incluyan herramientas de medición más avanzadas (resonancia magnética funcional) para validar los cambios en la organización cortical.
- Estudios con seguimiento a largo plazo (6-12 meses post-intervención) que evalúen la persistencia de los beneficios.
- Protocolos estandarizados que permitan la comparación directa entre estudios.
- Mayor representación de niños con niveles GMFCS IV-V donde las complicaciones respiratorias son más críticas.

9. CONCLUSIONES

Esta revisión bibliográfica estructurada sugiere que tanto las intervenciones motoras como las respiratorias, ya sean aplicadas de forma aisladas o combinada, podrían generar beneficios significativos sobre la función motora y la capacidad ventilatoria en niños y adolescentes con PCI. La síntesis de las evidencias analizadas parece indicar que un abordaje terapéutico integral podría ser más eficaz que el tratamiento convencional para mejorar la autonomía y la calidad de vida de los pacientes. No obstante, estos hallazgos deben interpretarse con cautela, considerando las limitaciones metodológicas y el posible sesgo de publicación mencionado anteriormente.

La eficacia de este enfoque integrado se basa en un doble mecanismo de sinergia terapéutica:

1. Una sinergia mecánica: el fortalecimiento y el estiramiento del diafragma estabilizan el tronco (el core), proporcionando la presión intraabdominal y la base sólida necesarias para el control postural y la precisión de los movimientos de las extremidades.
2. Una sinergia neurológica: el entrenamiento respiratorio y los enfoques motores innovadores (doble tarea, VRT) actúan como un “motor priming”, optimizando la excitabilidad cortical y la plasticidad cerebral, lo que hace que el cerebro sea más receptivo al aprendizaje funcional.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Espinoza Diaz CI, Amaguaya Maroto G, Culqui Barrionuevo M, Espinosa Moya J, Silva Acosta J, Angulo Procel A, et al. Prevalence, risk factors and clinical characteristics of infantile cerebral palsy. *Arch Venez Farmacol Ter.* 2019;38(6):702-709.
2. Santos KP, Silva VMM, Reis IF, Aquino MRC, Lana MRV, Teixeira CMMF. Physical conditioning in children and adolescents with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2022;30:175-182. doi:10.1016/j.jbmt.2022.02.016.
3. Alhumaid MM, Asiri FYI, Said MA, Haegele JA. The efficacy of physical activity or exercise among individuals with cerebral palsy: an umbrella review of systematic reviews. *Complement Ther Med.* 2025;93:103228. doi:10.1016/j.ctim.2024.103228
4. Soares EG, Gusmão CHV, Souto DO. Efficacy of aerobic exercise on the functioning and quality of life of children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2023;65(10):1292-1307.doi:10.1111/dmcn.15570.
5. Baker A, Niles N, Kysh L, Sargent B. Effect of motor intervention for infants and toddlers with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Phys Ther.* 2022;34(3):297-307. doi:10.1097/PEP.0000000000000914.
6. Merino-Andrés J, Mateos-López AG, Damiano DL, Sánchez-Sierra A. Effect of muscle strength training in children and adolescents with spastic cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2022;36(1):4-14. doi:10.1177/02692155211041071.
7. Lima Crispim TR, Neto MG, Crispim TRL, et al. Addition of respiratory exercises to conventional rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *World J Pediatr.* 2023;19(4):340-355. doi:10.1007/s12519-022-00642-1.
8. Shore BJ, Gorton GE 3rd, Zera C, Miller F, Shrader MW, Kerr Graham H, et al. Construct validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory–Computer Adaptive Test in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2024;36(2):156-163. doi:10.1097/PEP.0000000000001083.

9. Gurusamy L, Balaji GK, Agrahara S. A multicentre, double-blind, randomized controlled trial on the effect of functional strength training on gross motor function among children with spastic diplegic cerebral palsy. *Physiother Quart.* 2022;30(4):52-58. doi:10.5114/pq.2022.121156

10. Uysal İ, Özden F, Tümtürk İ, İmerci A. The effectiveness of dual task exercise training on balance, mobility, physical performance, and quality of life in children with cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Ir J Med Sci.* 2024;193(2):813-821. doi:10.1007/s11845-023-03530-3

11. Ziab H, Saleh S, Talebian S, Olyaei G, Mazbouh R, Sarraj AR, et al. Effectiveness of virtual reality training compared to balance-specific training and conventional training on balance and gross motor functions of children with cerebral palsy: A double blinded randomized controlled trial. *J Pediatr Rehabil Med.* 2024;17(3):353-368. doi:10.3233/PRM-220120

12. Abdel-Aziem AA, El-Basatiny HMY, Draz AH, Aglane DAA. Back geometry and mobility function changes in cerebral palsy children after backward walking training: a randomized controlled trial. *Dev Neurorehabil.* 2024;27(1-2):8-16. doi:10.1080/17518423.2024.2340461

13. Ismaeel MMI. Contralateral effect of unilateral motor priming on grasping in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Physiother Quart.* 2022;30(1):46-50. doi:10.5114/pq.2020.102166

14. Keles MN, Elbasan B, Apaydin U, Aribas Z, Bakirtas A, Kokturk N. Effects of inspiratory muscle training in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2018;22(6):493-501. doi:10.1016/j.bjpt.2018.03.010

15. Bennett S, Siritaratiwat W, Tanrangka N, Bennett MJ, Kanpittaya J. Effectiveness of the manual diaphragmatic stretching technique on respiratory function in cerebral palsy: A randomised controlled trial. *Respir Med.* 2021;184:106443. doi:10.1016/j.rmed.2021.106443

16. Soliman GS, Azab AR, Abdelbasset WK. Effects of intermittent aerobic training on exercise capacity, pulmonary functions, and gait parameters in asthmatic children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022;26(19):6911-6918. doi:10.26355/eurrev_202210_29883

17. Kulikov V, Tregub P, Parshin D, Smirnova Y, Smirnov K. Hypercapnic hypoxia improves cognitive and motor functions of children with cerebral palsy. *Neurol Res.* 2022;44(8):738-747. doi:10.1080/01616412.2022.2051130

18. AL-Nemr A, Kora AN. Effect of core stabilization versus rebound therapy on balance in children with cerebral palsy. *Acta Neurol Belg.* 2024;124(3):843-851. doi:10.1007/s13760-023-02430-8

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2025-2026

**Efectos de las intervenciones motoras y respiratorias,
aplicada de forma aislada o combinada, sobre la función
motora y la capacidad ventilatoria en los niños y
adolescentes con parálisis cerebral infantil**

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:

Dña Aïnoha SANTOS- -GARCIA

TUTOR DEL TRABAJO:

Dr. Guillermo ENRIQUE URIOS

Valencia, 2026