



# **VNiVERSIDAD D SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Titulación: Grado En Fisioterapia**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**TRABAJO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA**

**“PROGRAMAS DE EJERCICIO COMO  
TRATAMIENTO PARA NIÑOS CON  
PARÁLISIS CEREBRAL”.**

**“PHYSICAL EXERCISE PROGRAMS AS  
TREATMENT FOR CHILDREN WITH  
CEREBRAL PALSY”.**

**AUTOR: MARTA ALDEA VIANA**

**TUTOR: JUAN LUIS SÁNCHEZ GONZÁLEZ**

**Junio, 2023**

## ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS...	5
4. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	7
5. EVALUACIÓN DE LA EVIDENCIA.....	19
6. DISCUSIÓN.....	19
7. CONCLUSIONES.....	21
8. BIBLIOGRAFÍA.....	22
9. ANEXOS.....	25

## **RESUMEN:**

**Introducción:** La parálisis cerebral (PC) es una lesión cerebral no progresiva y permanente, que se produce durante el desarrollo cerebral del niño. Es la principal causa de discapacidad infantil. La clínica es muy variada y diferenciamos 5 grupos de gravedad diagnóstica y pronóstica en la escala GMFS. El ejercicio físico ha demostrado eficacia en el tratamiento de niños con parálisis cerebral.

**Objetivo:** Analizar y sintetizar la evidencia disponible del ejercicio físico como tratamiento de niños con parálisis cerebral.

**Estrategia de búsqueda y selección de artículos:** se realizó la búsqueda bibliográfica en cuatro bases de datos sanitarias: Pubmed, Scopus, Cochrane y WOS (Web Of Science), con los términos de la caja de búsqueda. Se incluyeron artículos en Español o Inglés, de tipo ensayo clínico aleatorizado, con sujetos con parálisis cerebral entre 5 meses y 20 años y publicados en los últimos 5 años.

**Síntesis y análisis de los resultados:** de los 1371 artículos se realizó el estudio sobre 7 ensayos clínicos que analizaron 247 sujetos. El tipo de intervención más común fue un programa de fuerza con aumento progresivo de la carga. La función motora gruesa fue medida en todos los artículos, y después, las variables más estudiadas fueron la velocidad de la marcha, el equilibrio, la fuerza muscular y la eficiencia de la marcha, medidas con diferentes herramientas de medición. Se mostró mejoría en la mayoría de las variables estudiadas, en al menos, un artículo.

**Conclusión:** El ejercicio físico es una herramienta útil para mejorar la clínica de niños con parálisis cerebral, aunque no se ha podido determinar el tipo de ejercicio más efectivo.

**Palabras clave:** “Parálisis cerebral”, “función motora gruesa”, “ejercicio físico”, “fisioterapia”, “tratamiento”.

## **ABSTRACT:**

**Introduction:** Cerebral palsy is a non progressive and permanent brain injury that occurs during infant development. Is the most common childhood disability. The clinical symptoms are very varied and can be classified in 5 different groups according to its clinical and prognostic severity in the well known GMFS scale.

**Objective:** To analyze and synthesize the available evidence of physical exercise as a treatment for children with cerebral palsy.

**Search strategy and article selection:** the search was carried out in four health databases: Pubmed, Scopus, Cochrane y WOS (Web Of Science), with the terms of the search box. Articles included were published in Spanish or English language, only randomized clinical trials, participants diagnosed with cerebral palsy between 5 months and 20 years and published in the last 5 years.

**Synthesis and analysis of results:** from 1371 articles identified, the study was performed on 7 clinical trials which analyzed 247 participants. Progressive resistance training was the most common intervención. Gross motor function was measured in all articles, and after that, the most repeated variables were gait speed, balance, muscular strength and gait efficiency, measured with several assessment tools. An improvement was observed in almost all variables, at least, in one article.

**Conclusion:** Physical exercise is a useful tool to improve the clinical condition of children with cerebral palsy, even though we couldn't ensure the most effective type of exercise.

**Key words:** "Cerebral palsy", "Gross motor function", "physical exercise", "physiotherapy", "treatment".

**Introducción:**

La parálisis cerebral (PC) es la principal causa de discapacidad infantil (1). Se define como una lesión cerebral no progresiva y permanente, que se produce durante el desarrollo cerebral, ya sea antes, durante, o después del parto (2). La incidencia de esta enfermedad se sitúa entre 1,4 y 3 casos por cada 1000 nacidos vivos (2,3) y depende de numerosos factores de riesgo. Los factores de riesgo se dividen en: factores previos a la concepción como enfermedades sistémicas de la madre, consumo de drogas y tóxicos, o abortos espontáneos previos; factores prenatales como sangrados vaginales, anomalías de la placenta, infecciones uterinas durante el embarazo o embarazos múltiples (estos podrían ser responsables de un 75% de los casos de PC); factores perinatales como partos prematuros, por cesárea, asistidos con fórceps, partos prolongados o asfixia durante el parto; y por último factores neonatales como síndrome de distress respiratorio, soporte respiratorio, infecciones, hemorragias intracraneales y convulsiones neonatales. No obstante, los factores que más se relacionan con el aumento de la incidencia son el bajo peso al nacer, que hace aumentar la incidencia 70 veces en niños por debajo de los 1500 gramos; o la prematuridad, que aumenta la incidencia hasta 146 por 1000 nacidos vivos en partos por debajo de la semana 28 de gestación (2). Aun así, un 80% de los casos no tienen una causa clara y se consideran de etiología idiopática (1).

En cuanto a la clínica que presentan se relaciona sobre todo con alteraciones motoras, pero también problemas en el equilibrio y coordinación, así como alteraciones de la sensibilidad. Además de ir acompañada por numerosas comorbilidades como dolor, discapacidad intelectual, incapacidad para caminar o hablar, epilepsia o incontinencia (1).

El diagnóstico se hace normalmente en función de la clínica, y se suele hacer de los 12 a los 24 meses cuando estas alteraciones empiezan a hacerse visibles. No obstante, se pueden identificar lesiones cerebrales a través de resonancia magnética nuclear (RMN) y adelantar el diagnóstico hasta los 6 meses, lo que mejora el pronóstico ya que es cuando mayor plasticidad neuronal hay y los patrones de desarrollo pueden ser modificados con mayor facilidad, por lo que el tratamiento sería más efectivo (3,4).

Atendiendo a la clínica diferenciamos 4 tipos de presentación de la enfermedad: espásticos (la más común, afectando a más de un 80%), discinéticos, atáxicos e hipotónicos (en algunos países no consideran esta clasificación)(1); además, podemos encontrar formas mixtas de presentación. Los tres últimos tipos afectan comúnmente a los 4 miembros y el tronco, mientras que los espásticos se clasifican a su vez topográficamente, dependiendo de los miembros que estén afectados, distinguiendo así formas unilaterales (hemiplejía, que es la más común), y formas bilaterales (diplejía, afectando más a miembros inferiores que superiores, y cuadriplejía o tetraplejía, afectando a los 4 miembros y el tronco)(1,3).

En cuanto a la funcionalidad, tenemos diferentes sistemas de clasificación: la Escala de Funcionalidad Motora Gruesa (GMFS), el Sistema de Clasificación de Habilidad Manual (MACS), el Sistema de Clasificación de Comunicación Funcional (CFCS) y el Sistema de Clasificación de las Habilidades para Comer y Beber (EDACS) (5). La GMFS es la escala reconocida como el patrón de oro para determinar la funcionalidad e independencia de personas con PC, la cual divide a los niños en 5 niveles en función del movimiento auto-iniciado que realizan y del uso de productos de apoyo que necesiten (6). Se estableció para niños de 2 a 12 años, aunque después se modificó incluyendo anexos que adaptaran los niveles a la edad, teniendo en cuenta los hitos del desarrollo que les corresponden. Establece así 5 niveles(5,6):

- Nivel I: camina sin limitaciones, tanto en interiores como en exteriores y sube escaleras. Pueden correr y saltar pero la velocidad, coordinación y equilibrio están limitadas.
- Nivel II: camina con limitaciones, que pueden incluir uso de dispositivo de movilidad con sujeción manual o incluso silla de ruedas en distancias largas o en exteriores, terrenos irregulares o inclinados. Sube escaleras con ayuda de barandilla y tiene bastantes dificultades para saltar o correr.
- Nivel III: camina con dispositivos de movilidad con sujeción manual en distancias cortas e interiores pero usa silla de ruedas en distancias largas o exteriores.
- Nivel IV: pueden sentarse de manera asistida, pero la movilidad autónoma está limitada, necesitando silla de ruedas propulsada o eléctrica.

- Nivel V: tienen limitaciones para mantener el control del tronco y cabeza. No tienen capacidad de movilidad independiente, tienen que ser transportados.

El tratamiento se centra en mejorar la función manual y la movilidad general. El ejercicio físico ha demostrado ser uno de los pilares fundamentales para conseguirlo. Para poder entender el concepto de ejercicio físico, primero debemos definir el de actividad física, es cualquier movimiento producido por la musculatura esquelética que produce gasto energético. El ejercicio físico entra dentro de este concepto, siendo este la actividad física que se realiza de manera estructurada, planificada, repetitiva y con el objetivo concreto de mejorar o mantener uno o varios componentes de la forma física (7). El entrenamiento de fuerza podría mejorar en estos pacientes el balance muscular, ya que la pérdida de fuerza es una afectación común que limita las actividades de la vida diaria y el correcto desarrollo, el ejercicio aeróbico podría mejorar la función cardiorrespiratoria y los estiramientos podrían mejorar el rango articular (8).

No obstante, la poca evidencia sobre qué tipo de ejercicio o qué protocolo es el más efectivo hacen necesaria más investigación.

### **Objetivos:**

El objetivo general del trabajo es sintetizar la evidencia científica existente sobre el ejercicio físico como tratamiento para niños con parálisis cerebral.

El objetivo específico es identificar el tipo de ejercicio y protocolo de entrenamiento más adecuado para mejorar la función motora gruesa (medida con la GMFS) en niños con parálisis cerebral.

### **Estrategia de búsqueda y selección de artículos:**

La búsqueda se realizó del 16 al 30 de Noviembre de 2022 en 4 bases de datos sanitarias: Pubmed, Scopus, Cochrane y WOS (Web Of Science).

Los términos a partir de los que se conformó la caja de búsqueda fueron: “tratamiento”, “función motora gruesa”, “parálisis cerebral” y “ejercicio físico”. A partir de estos términos, con sus correspondientes traducciones en inglés y sinónimos se obtuvo:

- Del término “tratamiento”: “intervention”, “therapy “treatment”.
- Del término “función motora gruesa”: "gross motor", "gross motor abilities", "gross motor skills" y "gross motor function".
- Del término “parálisis cerebral”: "cerebral palsy".
- Del término “ejercicio físico”: "exercise", "exercise training" y "physical exercise".

Introduciendo los booleanos “AND” y “OR”, la caja de búsqueda empleada en las cuatro bases de datos fue la siguiente:

**("intervention" OR "therapy" OR "treatment") AND ("gross motor" OR "gross motor abilities" OR "gross motor skills" OR "gross motor function") AND ("cerebral palsy") AND ("exercise" OR "exercise training" OR "physical exercise").**

A los artículos obtenidos se les aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Estudios con sujetos diagnosticados de parálisis cerebral.
- Estudios que usen el ejercicio terapéutico como método de intervención.
- Estudios que sean de tipo ensayo clínico aleatorizado.
- Estudios publicados en lengua Española o Inglesa.
- Estudios que usen como método de evaluación la escala GMFM-66 o GMFM-88.



### Criterios de exclusión:

- Estudios que incluyan sujetos con GMFS de grados IV o V.
- Estudios con sujetos mayores a 20 años.
- Estudios con sujetos menores a 5 meses.
- Estudios con sujetos que hayan tenido alguna cirugía ortopédica o con infiltraciones de toxina botulínica en los últimos 6 meses.
- Estudios publicados antes de 2018.

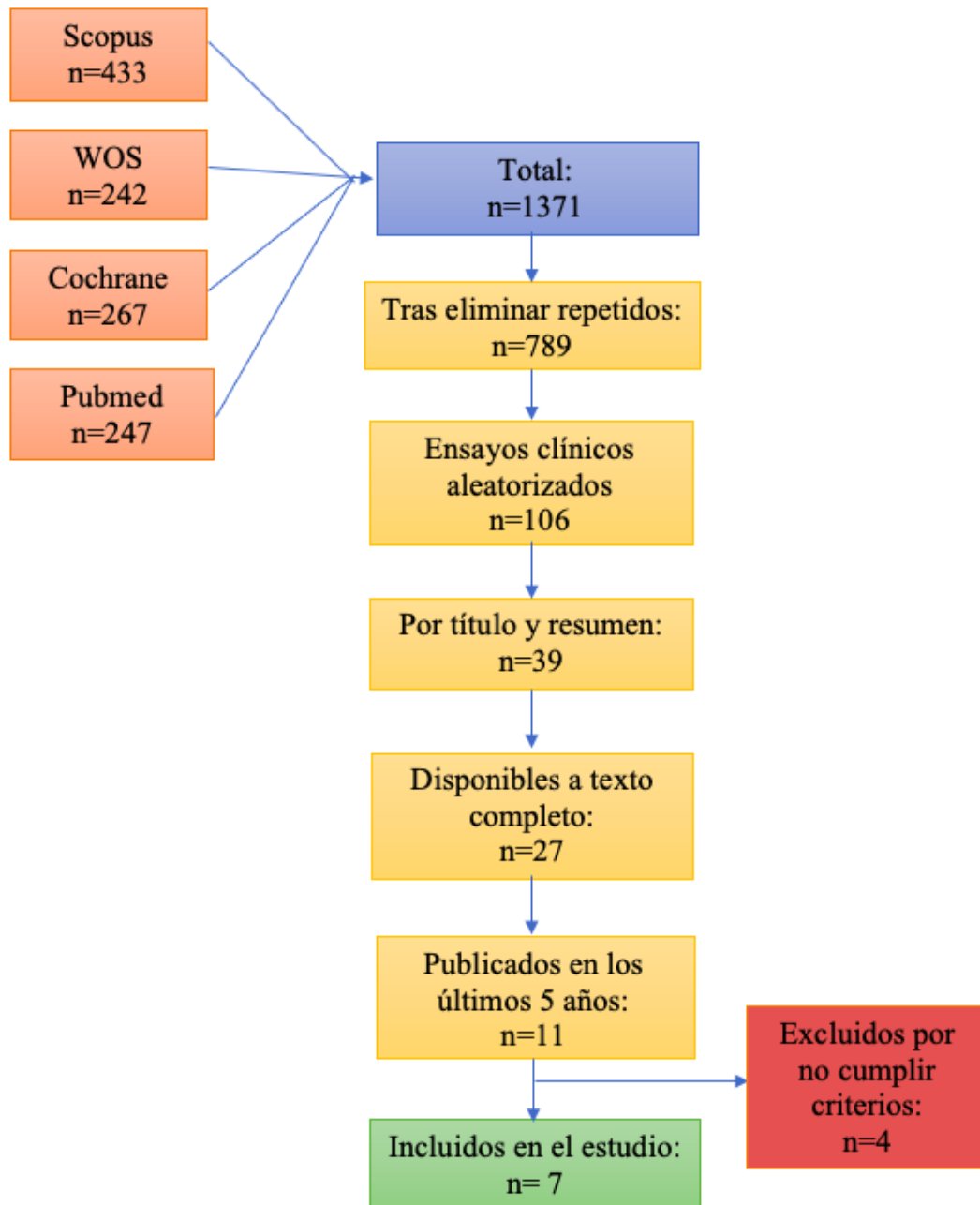
### **Síntesis y análisis de los resultados:**

Se obtuvo un total de 1371 artículos: 247 en Pubmed, 433 en Scopus, 424 en WOS y 267 en Cochrane; de los cuales 582 estaban repetidos, por lo que se realizó la selección de 789 artículos. De estos, solo 106 eran ensayos clínicos aleatorizados, por lo que se hizo la selección por título y resumen de estos. Tras la primera selección por título y resumen, fueron descartados 67 artículos, y de los 39 restantes, estaban disponibles a texto completo sólo 27. Tras descartar 2 artículos por no estar publicados en lengua inglesa o española, hemos incluido los artículos publicados en los últimos 5 años: 11 artículos. Finalmente y después de leer los artículos al completo se han excluido del estudio 4 artículos, 3 de ellos por no cumplir con los criterios de inclusión y exclusión y uno por no mostrar en los resultados la comparación entre grupos, por lo que se incluyeron finalmente un total de 7 artículos.

### **Figura 1.**

La recogida e interpretación de los datos de los 7 artículos seleccionados se muestra mediante tablas. La **Tabla 1** muestra datos descriptivos sobre el autor y el título del artículo, así como el año, la revista y el idioma de publicación, además del país en el que se realizó el estudio. La **Tabla 2** muestra datos de los sujetos y de los métodos de realización del estudio, es decir; el tipo de estudio, el tamaño de la muestra, el diagnóstico y rango de edad de los sujetos y los métodos que se llevaron a cabo tanto en el grupo intervención como en el grupo control. En la **Tabla 3** aparecen datos relacionados con la recogida de datos y los resultados; variables a medir y las herramientas empleadas para ello, cuando se realizaron las mediciones y cuántas hubo, duración de la intervención y el resultado obtenido en cada uno de ellos.

**Figura 1.** Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda.



El número total de sujetos estudiados en los siete artículos es de 247 sujetos, con una variabilidad desde los 10 sujetos en el artículo de *Ballington et al* (17), hasta 64 sujetos el de *Ryan et al* (13). En todos los artículos excepto en uno los sujetos se encontraban en edad escolar (5-19 años), en el artículo de *Hurd et al*(9) los niños tenían de 8 meses a 3 años. En cuanto a la distribución por género, en la mayoría de

los artículos había más presencia masculina que femenina (9, 10, 12, 13, 14) y a nivel global contamos con un 58% de hombres, frente al 42% de mujeres.

Todos los artículos incluyen sujetos con diagnóstico médico establecido de parálisis cerebral, ya sea por RM (9,10), o clínicamente (11-15). Además, todos fueron clasificados a través de la GMFS, y todos los estudios incluyen sujetos con niveles I, II y III únicamente. Entre los criterios de inclusión que incluyeron los artículos, todos excepto dos (13, 15) especificaron que los sujetos debían tener capacidad cognitiva para realizar ejercicio físico o seguir instrucciones verbales. Además, todos los artículos menos dos (10, 12) especificaron excluir sujetos con episodios epilépticos previos.

La duración de los estudios fue similar en todos los artículos, desde las 8 semanas los artículos de *Sanad et al* (13) y el de *Ballington et Al* (15) a las 12 semanas el de *Hurd et Al* (9), *Kara et al* (11) y *Hanssen et Al* (14). En cuanto a la frecuencia de las sesiones en el grupo intervención todos llevaron a cabo 3 sesiones semanales, excepto el estudio de *Hurd et Al* (9), que realizó 4 sesiones; y el de *Ballington et Al* (15), que realizó 2 sesiones a la semana. La duración de las sesiones varía desde los 30 minutos, en el estudio de *Ballington et Al* (15), hasta los 90 minutos en el artículo de *Kara et Al* (11).

**Tabla 1.** Características descriptivas de los artículos incluidos.

ID	Autores	Título	Año	Revista	País de estudio	Idioma
Hurd, 2022 (9)	Caitlin Hurd, Donna Livingstone, BSc, Kelly Brunton, Allison Smith.	Early, Intensive, Lower Extremity Rehabilitation Shows Preliminary Efficacy After Perinatal Stroke: Results of a Pilot Randomized Controlled Trial.	2022	ASNR (American Society of Neurorehabilitation)	Canadá	Inglés
Abd-Elfattah, 2022 (10)	Hanaa Mohsen Abd-Elfattah, Dina Othman Shokri Morsi Galal, Mahmoud Ibrahim Elsayed Aly, Sobhy M. Aly, Tamer Emam Elnegamy.	Effect of Pilates Exercises on Standing, Walking, and Balance in Children With Diplegic Cerebral Palsy.	2022	ARM (Annals of Rehabilitation Medicine)	Egipto	Inglés
Kara 2019 (11)	Ozgun Kaya Kara, Ayse Livanelioglu, Bilge Nur YardımcıAbdullah Ruhi Soyulu.	The Effects of Functional Progressive Strength and Power Training in Children With Unilateral Cerebral Palsy.	2019	Pediatric Physical Therapy	Turquía	Inglés
Ryan 2020, (12)	Jennifer m ryan, Grace Lavelle, Nicola theis, Marika Noorkoiv, Cherry Kilbride, Thomas Korff, Vasilios Baltzopoulos, Adam Shortland, Wendy Levin.	Progressive resistance training for adolescents with cerebral palsy: the STAR randomized controlled trial.	2020	Developmental Medicine & Child Neurology.	Inglaterra	Inglés
Sanad 2022 (13)	Doaa A Sanad, Amira H Draz, Rania G Hegaz.	Effect of core stability exercises program on walking performance in children with diplegic cerebral palsy: A randomized control study.	2022	Current Pediatric Research	Egipto	Inglés
Hanssen, 2022 (14)	Britta Hanssen, Nicky Peeters, Nathalie De Beukelaer, Astrid Vannerom, Leen Peeters, Guy Molenaers, Anja Van Campenhout, Ellen Deschepper, Christine Van den Broeck2 and Kaat Desloovere.	Progressive resistance training for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial evaluating the effects on muscle strength and morphology.	2022	Frontiers in Physiology	Bélgica	Inglés
Ballington (2018)	Samantha J. Ballington1 Rowena Naidoo	The carry-over effect of an aquatic-based intervention in children with cerebral palsy	2018	African Journal of Disability.	Sudáfrica	Inglés

**Tabla 2.** Síntesis y análisis de los resultados. Muestras e intervención.

ID	Tipo de estudio	Muestra	Patología	Rango de edad	Grupo Intervención	Grupo control
Hurd, 2022	ECA	25 sujetos	Parálisis cerebral (de causa isquémica únicamente).	8 meses-3 años.	12 sujetos llevaron a cabo un tratamiento de 1 hora, 4 sesiones a la semana durante 12 semanas basado en entrenamiento intensivo de fuerza de la extremidad inferior afecta que incluía movimientos autoiniciados basados en el juego introduciendo pesas en pie y tobillo que iban aumentando de peso de manera progresiva según la tolerancia del niño.	13 sujetos llevaron a cabo tratamiento habitual (1 ó 2 sesiones al mes de 1 hora de terapia ocupacional y fisioterapia convencional).
Abd-Elfattah, 2022	ECA	40 sujetos	Parálisis cerebral dipléjica	7-9 años.	20 sujetos realizaron, además del programa de ejercicios del grupo control, sesiones de 45 minutos, 3 veces a la semana durante 10 semanas de Pilates centrado en miembros inferiores, que incluía ejercicios de fuerza, flexibilidad y coordinación manteniendo la contracción de la musculatura abdominal, la alineación de la columna y pelvis y el ritmo respiratorio.	20 sujetos realizaron sesiones de 45 minutos, 3 veces a la semana durante 10 semanas, que incluían ejercicios de flexibilidad, fuerza, resistencia y control postural.
Kara, 2019	ECA	30 sujetos	Parálisis cerebral unilateral espástica	7-16 años	15 sujetos llevaron a cabo un protocolo de sesiones de 90 minutos, 3 veces a la semana durante 12 semanas que incluían ejercicios funcionales de fuerza como prensa de pierna entre el 60-80% del	15 sujetos realizaron un protocolo de fisioterapia convencional 3 veces a la semana en sesiones de 60

					1RM, realizando el doble de repeticiones con el miembro afecto que con el sano. Además, se incluyeron ejercicios de pliometría y entrenamiento del equilibrio, en apoyo bipodal y monopodal, y en plano estable e inestable, incrementando la carga o dificultad cada 2 semanas.	minutos durante 12 semanas que incluían ejercicios simétricos de fuerza y estiramientos.
Ryan, 2020	ECA	64 sujetos	Parálisis cerebral espástica	10-19 años	31 sujetos participaron en un programa de 10 semanas de duración durante 3 veces a la semana (una supervisada y dos en casa), basada en ejercicios de fuerza centrados en flexores plantares incrementando la intensidad cada semana, desde 6 a 12 repeticiones y de 4 a 8 series, usando prensa de pierna, chalecos con peso y bandas elásticas.	33 sujetos continuaron con su tratamiento de fisioterapia convencional.
Sanad , 2022	ECA	30 sujetos	Parálisis cerebral hemipléjica	7-10 años.	15 sujetos llevaron a cabo un programa 3 veces a la semana en sesiones de 45-60 minutos, en el que además de la fisioterapia convencional, le sumaron un programa de estabilización central (core), que incluían ejercicios con 3 niveles de dificultad creciente de músculos abdominales, lumbares y pélvicos.	15 sujetos llevaron a cabo un programa de fisioterapia convencional acorde a su nivel de neurodesarrollo.
Hanssen, 2022	ECA	48 sujetos	Parálisis cerebral espástica	5-11 años	19 sujetos realizaron 3 o 4 sesiones durante 12 semanas (42 sesiones en total) de un protocolo de entrenamiento de fuerza progresivo de flexores y extensores de rodilla y flexores plantares que	19 sujetos siguieron con su tratamiento de fisioterapia convencional de 1 a 4 veces a la semana.

					comenzaba con 3 series de 10 repeticiones al 60-80% del 1RM que iba aumentando repeticiones hasta 15, para después aumentar la intensidad aumentando el peso que el niño soportaba en chalecos, la resistencia de la banda elástica o el peso que llevaba en el tobillo.	
Ballington, 2018	ECA	10 sujetos	Parálisis cerebral	8-12 años	5 sujetos realizaron 2 sesiones a la semana de 30 minutos durante 8 semanas, con un programa basado en el concepto Halliwick, que consta de 10 fases progresivas de ejercicios en el agua que buscan el movimiento independiente del niño sin objetos de flotación usando las propiedades del agua y la biomecánica de las rotaciones en diferentes ejes.	5 sujetos no tuvieron tratamiento.

**Glosario abreviaturas Tabla 2:** ECA: ensayo clínico aleatorizado; 1RM: resistencia máxima en 1 repetición.

**Tabla 3.** Síntesis y análisis de los resultados. Variables, mediciones y resultados.

	<b>Variables a medir</b>	<b>Herramienta de valoración</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Duración de la intervención</b>	<b>Resultado</b>
Hurd, 2022	Función motora gruesa, recuento de pasos, simetría de la marcha.	GMFM-66, cuentapasos, tapiz rodante y plataforma de la marcha.	2 mediciones antes de comenzar el estudio separadas una semana entre ellas, 3 mediciones al finalizar el estudio separadas un mes entre ellas y una última medición cuando los niños cumplían los 4 años.	12 semanas	Al final de la intervención, se mostró significativamente mayor mejora en la GMFM-66 en el grupo intervención que en el grupo control, además los niños del grupo intervención consiguieron una marcha independiente antes que los del grupo control. La simetría de la marcha mejoró en el grupo intervención, pero empeoró en el grupo control.
Abd-Elfattah, 2022	Función motora gruesa, equilibrio.	GMFM-88 (dimensiones D y E) y PBS.	2 mediciones, una antes de comenzar el estudio y otra justo al terminar (10 semanas después)	10 semanas	Se mostró mejoría significativa en el equilibrio y en la función motora gruesa en ambos grupos al finalizar el estudio, pero también se mostró diferencia significativa entre la mejoría de ambos grupos, siendo mucho mayor la del grupo intervención.
Kara, 2019	Función motora gruesa, velocidad de la marcha, potencia muscular, equilibrio dinámico y fuerza muscular.	GMFM-88 (dimensiones D y E), 1MWT, test Up and Go, 1RM de prensa de pierna y dinamómetro manual.	2 mediciones, una antes de comenzar el estudio y otra 12 semanas después, al terminar la intervención.	12 semanas	Se mostró una mejoría significativa en el grupo intervención con respecto al grupo control en todas las mediciones excepto en la dimensión D de la función motora gruesa (dimensión E de GMFM, potencia muscular, velocidad de la marcha y equilibrio dinámico).



Ryan, 2020	Función motora gruesa, eficacia de la marcha, actividad física, participación, velocidad de la marcha	GMFM-66 (dimensiones D y E), NNcost, acelerómetro (actividad física media al día), Life-H score, m/s en 10 metros.	3 mediciones, una al comenzar, otra a las 10 semanas (al finalizar la intervención), y otra a las 22 semanas.	10 semanas	No se encontró diferencia en la mejoría de ambos grupos en la última medición (22 semanas después de comenzar la intervención) en ninguna de las variables estudiadas, por lo que no se evidencia la utilidad de este protocolo.
Sanad, 2022	Función motora gruesa, gasto energético en reposo y durante la marcha	GMFM-66 (dimensión E), EEI.	2 mediciones, una antes de comenzar el estudio y otra 8 semanas después (cuando finaliza la intervención)	8 semanas	Se muestra diferencia significativa en los valores de función motora gruesa del grupo intervención, pero no en el grupo control. Además, el grupo intervención muestra un descenso significativo del índice de gasto energético, no siendo así en el grupo control.
Hanssen, 2022	Función motora gruesa, fuerza isométrica, morfología muscular (longitud, volumen y ecointensidad), fuerza funcional, velocidad de la marcha.	GMFM, dinamómetro fijo, ecografía tridimensional, máximas repeticiones en 30 segundos y saltos verticales, 1MWT.	2 mediciones, una 2 semanas antes de comenzar la intervención y otra una semana después de finalizarla, 15 semanas después.	12 semanas	Se mostró un aumento significativo en el volumen y longitud muscular en el grupo intervención, no siendo así en el grupo control. En cuanto a la fuerza se encontró mejoría significativa en todos los parámetros estudiados en el grupo intervención (7 parámetros) y sólo en uno del grupo control. No se encontró diferencia significativa en la capacidad de la marcha ni en la función motora gruesa.

Ballington, 2018	Función motora gruesa	GMFM-66	2 mediciones, una antes de comenzar la intervención y otra al finalizarla (durante el mes siguiente)	8 semanas	Ambos grupos mostraron mejorías en la función motora gruesa, pero el grupo intervención tuvo una mejoría significativamente mayor que el grupo control.
------------------	-----------------------	---------	--	-----------	---

**Glosario abreviaturas Tabla 3:** **GMFM:** Gross Motor Function Measure, **EEI:** Energy Expenditure Index, **PBS:** Pediatric Balance Scale, **6MWT:** (6 Minute Walking Test): Test de 6 minutos marcha, **BoHA**(Both Hands Assesment): evaluación de ambas manos, **PEDI-CAT** (Pediatric Evaluation of Disability Inventory-Computerised Assesment Test): Inventario de evaluación pediátrica de la discapacidad, **RM:** resistencia máxima, **1MWT**(1 minute walking test): test de 1 minuto de marcha, **NNcost:** (Net Nondimensional oxygen cost): coste neto de oxígeno no dimensional, **Life-H score:**Assesment of Life Habits Questionnaire.

Los artículos dividieron a los sujetos de manera aleatoria en grupos, atendiendo a diferentes criterios como la edad (11, 14), el nivel de GMFS (12, 14) y el género (11). Todos los estudios incluyeron 2 grupos, un Grupo Intervención (GI) comparado con un Grupo Control (GC), pero además en el estudio de *Hurd et Al* (9), se incluyó un tercer grupo que realizó el mismo protocolo que el grupo intervención pero en casa supervisado por los padres, aunque este grupo no se incluyó en el análisis estadístico por lo que solo se describieron datos descriptivos y no entró en el ECA.

El grupo control (GC) siguió con su tratamiento convencional que varía desde 1 ó 2 sesiones de fisioterapia al mes en el estudio de *Hurd et Al* (9), hasta 3 ó 4 sesiones a la semana en el estudio de *Hanssen et Al* (14); y, aunque ninguno excepto el de *Abd-Elfattah* (10) especifican el protocolo que llevan a cabo con este grupo, todos especifican no practicar el método que se lleva a cabo con el grupo intervención.

En el grupo intervención (GI) se llevó a cabo un programa de fuerza con aumento progresivo de la carga en cuatro de los siete artículos (9, 11, 12, 14), todos ellos centrados en la extremidad inferior. El aumento de la carga se producía cada 2 semanas en dos de los artículos (11, 14), cada semana en otro (12) y el último no especifica (9). Del resto, el artículo de *Abd-Elfattah et Al* (10) realiza un programa de Pilates en el grupo intervención, el de *Sanad et Al* se centra en la estabilidad del tronco (ejercicios de Core)(13), y el de *Ballington et Al* (15) realiza un protocolo de ejercicios en el agua según el método Hallwick.

En total en los siete artículos fueron analizadas 11 variables, que vienen indicadas en la **Tabla 3**. De mayor a menor frecuencia con la que aparecen en los artículos, las variables son: la función motora gruesa aparece en todos los artículos (9-15); la velocidad de la marcha, que aparece en tres artículos (11,12, 14); el equilibrio (10,11), la potencia o fuerza muscular (11, 14) y la eficiencia de la marcha (12,13), aparecen en dos artículos cada una; y el resto aparecen en un único artículo: el recuento de pasos y la simetría de la marcha en el de *Hurd et Al* (9), la actividad física (12), la participación (13), el gasto energético en reposo (14) y la morfología muscular (15).

Para analizar estas variables fueron utilizadas diferentes herramientas de medición:

- Función motora gruesa: fueron utilizados la GMFS-66 (Gross Motor Function Scale-66) (9, 12, 13, 15), la GMFS-88 (10, 11) y el Gross Motor Function Scale-Item Set (14).
- Recuento de pasos con un cuentapasos (9).
- Simetría de la marcha: longitud del paso con una plataforma de marcha (9).
- Equilibrio: con la PBS (Pediatric Balance Scale) (10) y con el test Up and Go (11).
- Velocidad de la marcha: 1MWT (1 Minute Walking Test) (11,14), y el tiempo en recorrer 10 metros (12).
- Fuerza o potencia muscular: 1RM (1 Repetición Máxima)(11), Dinamómetro fijo (11, 14), máximas repeticiones en 30 segundos y saltos verticales (14).
- Eficacia de la marcha: NN-cost (Net Nonimensional oxygen cost) (12) y EEI (Energy Expenditure Index) (13).
- Actividad física diaria: acelerómetro (12).
- Participación: Life-H-Score (Assesment of Life Habits Questionnaire) (12).
- Gasto energético en reposo: EEI (Energy Expenditure Index) (13).
- Morfología muscular: ecografía tridimensional en recto anterior, gastrocnemio y semitendinoso (14).

La medición de las variables se realizó en todos los casos antes e inmediatamente después de la intervención, pero solo 2 estudios vieron si los efectos fueron duraderos; el estudio de *Hurd et Al* (9) realizó mediciones cada mes hasta 3 meses después y cuando los niños cumplían los 4 años, y el estudio de *Ryan et Al* (12) realizó mediciones 12 semanas después de terminar la intervención.

Los resultados mostraron mejoría en la función motora gruesa en el grupo intervención con respecto al grupo control en 5 de los 7 artículos (9, 10, 11, 13, 15). El equilibrio aumentó en los dos estudios en los que se midió (10,11). La velocidad de la marcha aumentó solo en uno (11) de los tres artículos que analizaban esta variable. La fuerza muscular aumentó en los dos artículos que la estudiaban (11, 14). La eficacia de la marcha aumentó en el estudio de *Sanad et Al* (13), pero no en el de

*Ryan et Al* (12). Se mostró un aumento significativo en el recuento de pasos y simetría de la marcha (9), además de en la morfología muscular (14). En cambio, las variables que no evidenciaron cambios significativos en el grupo intervención fueron la actividad física diaria y la participación (12), además de el gasto energético en reposo (13).

### **Evaluación de la evidencia:**

Para evaluar la calidad de los artículos seleccionados para la revisión, se ha escogido la escala PEDro (Anexo 1). Es una escala que evalúa la calidad metodológica de los ensayos clínicos, clasificando los ECAs incluidos en revisiones sistemáticas. Tiene 11 ítems, que evalúan la validez externa (ítems 1 y 2), la validez interna (ítems 3-9) y el informe estadístico (ítems 11 y 12). Los artículos obtienen un punto por cada ítem que sí que cumplen, consiguiendo así una puntuación mínima de 0 y máxima de 11 indicando una mayor puntuación una mayor calidad del estudio. Se considera una calidad baja una puntuación por debajo de 4, regular entre 5 y 6, buena 7 y 8, y excelente 9-11. (16)

En este estudio hemos obtenido una puntuación mínima en el estudio de *Ballington et Al* (15), de 6 puntos; y una puntuación máxima de 10 en el estudio de *Abd-Elfattah et Al*(10).

### **Discusión:**

La alta prevalencia y morbilidad hacen necesaria la búsqueda de nuevos y mejores tratamientos para la parálisis cerebral (2,3). Los resultados de la revisión muestran que el ejercicio físico es una de las terapias no farmacológicas más importantes y eficaces para este tipo de pacientes.

La clínica más importante que presentan estos pacientes son alteraciones motoras, para las que sí hemos visto mejoría a través de la evaluación de la función motora gruesa principalmente y de manera global, pero también se evidencia a través de variables como la fuerza de las extremidades, la velocidad de la marcha o la eficacia de la marcha. El equilibrio y la coordinación también suelen estar comúnmente afectados en estos pacientes, y el ejercicio físico también se ha mostrado eficaz para

estas alteraciones, evidenciado en la mejoría de la simetría de la marcha y la evaluación del equilibrio.

En la literatura encontramos numerosas revisiones sistemáticas y metaanálisis que estudian el efecto del ejercicio físico en pacientes con parálisis cerebral. *Liang et Al* (8) concluye en un metaanálisis que el ejercicio físico mejora la marcha y la fuerza muscular, pero no se encontraron mejorías significativas en la función motora gruesa. En cambio, *Clutterbuck et Al* (17), a través de una revisión sistemática, sí encontraron efectos en la función motora gruesa con programas de ejercicio físico activo.

Al igual que en nuestro estudio, *Liang et Al* (8) muestra como los efectos del ejercicio son más evidentes cuando las mediciones se realizan a corto plazo, pues los estudios que muestran efectos a largo plazo tienen peores resultados.

El tipo de ejercicio y protocolo más eficaz siguen siendo una gran incógnita y una línea interesante de investigación futura ya que con nuestro estudio no hemos podido sacar una conclusión en este aspecto. *Merino et Al* (18) a través de un metaanálisis dicen que el ejercicio de fuerza es más efectivo comparado con otros tipos de programas de ejercicio. *Franki et Al* (19) también asegura lo mismo, con el denominador común de que ninguno llega a una conclusión en cuanto a duración, intensidad y frecuencia del programa.

Aun así, todos los artículos revisados y comparados en la literatura existente muestran que el ejercicio físico produce mejoría en al menos algún parámetro que involucra la capacidad motora de los niños.

Las limitaciones del estudio son, por un lado, relacionadas con el nivel de gravedad diagnóstica en la que se encuentran los sujetos de los artículos analizados, todos ellos se encuentran en un nivel de GMFS máximo de III, por lo que los programas de ejercicios utilizados no son extrapolables a todos los niños con parálisis cerebral por la dificultad que presetarían los sujetos con mayor gravedad en realizarlos. Siguiendo esta línea, la dispersión en cuanto al desarrollo psicomotor que presentan los niños debido a la edad hacen complicado estandarizar un protocolo de tratamiento determinado.

Por otro lado, una limitación destacable de los artículos escogidos es el tamaño de la muestra, que en muchos casos era demasiado pequeña, como en el caso del artículo de *Ballington et Al* (17), con tan solo 10 sujetos, no siendo una muestra representativa de la población de estudio. Además, las mediciones realizadas en los estudios no muestran los efectos a largo plazo en ninguno excepto en dos artículos, lo que hace que la aplicación clínica de los estudios pierda evidencia al no demostrarse una mejoría de las variables de estudio duradera y por tanto, eficaz.

En cuanto a la calidad metodológica de los artículos, pese a no tener por lo general un nivel bajo de evidencia, ya que la mayoría de artículos se encuentran en torno al nivel 8, que indica una calidad buena; encontramos dificultades para cegar a los terapeutas en todos los artículos, y esto es debido probablemente al escaso o incluso ausencia de tratamiento que se lleva a cabo en los grupos control. También hemos encontrado problemas cegando a los sujetos (o a los padres o cuidadores); y en mostrar resultados de todos los sujetos asignados al grupo control e intervención, debido probablemente por la situación durante la pandemia debida al COVID-19, ya que la mayoría de los estudios se llevaron a cabo en este periodo de tiempo y esto hizo más complicado el seguimiento.

### **Conclusiones:**

1. El ejercicio físico es una herramienta útil para mejorar la función motora gruesa, el equilibrio, y otros factores que afectan de manera sustancial a la clínica de niños con parálisis cerebral.
2. No hemos podido establecer qué tipo de ejercicio y protocolo es el más útil como tratamiento para niños con parálisis cerebral, la investigación del campo sigue abierta y recomendamos estudios de doble ciego, con muestras mayores y seguimiento a largo plazo para llegar a conclusiones más específicas.

## **Bibliografía:**

1. Kirsten Vitrikas, Heather Dalton, Dakota Breish. Cerebral Palsy: An Overview. American Family of Family Physicians. 2020;
2. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral palsy: Current opinions on definition, epidemiology, risk factors, classification and treatment options. Vol. 16, Neuropsychiatric Disease and Treatment. Dove Medical Press Ltd; 2020. p. 1505–18.
3. Morgan C, Fethers L, Adde L, Badawi N, Bancale A, Boyd RN, et al. Early Intervention for Children Aged 0 to 2 Years with or at High Risk of Cerebral Palsy: International Clinical Practice Guideline Based on Systematic Reviews. Vol. 175, JAMA Pediatrics. American Medical Association; 2021. p. 846–58.
4. Byrne R, Noritz G, Maitre NL. Implementation of Early Diagnosis and Intervention Guidelines for Cerebral Palsy in a High-Risk Infant Follow-Up Clinic. *Pediatr Neurol*. 2017 Nov 1;76:66–71.
5. Paulson A, Vargus-Adams J. Overview of four functional classification systems commonly used in cerebral palsy. Vol. 4, Children. MDPI; 2017.
6. Brunner María de las Mercedes R, Zuluaga Johana EL, María Elisabeth C, Carolina A, Eduardo C. REVISIONES DE LITERATURA Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN PARA NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL: SU USO EN LA PRÁCTICA CLÍNICA CLASSIFICATION SYSTEMS FOR CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH CEREBRAL PALSY: THEIR USE IN CLINICAL PRACTICE SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL: SEU USO NA PRÁTICA CLÍNICA. Córdoba [Internet]. 2020;77(3):191–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v77.n2.28347>
7. Siscovick DS, Laporte RE, Newman J, Health ; Iverson DC, Fielding JE. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research Synopsis. Vol. 100, Public Health Rep.



8. Liang X, Tan Z, Yun G, Cao J, Wang J, Liu Q, et al. Effectiveness of exercise interventions for children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Rehabil Med*. 2021 Apr 1;53(4):jrm00176.
9. Hurd C, Livingstone D, Brunton K, Smith A, Gorassini M, Watt MJ, et al. Early, Intensive, Lower Extremity Rehabilitation Shows Preliminary Efficacy After Perinatal Stroke: Results of a Pilot Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2022 Jun 1;36(6):360–70.
10. Abd-Elfattah HM, Galal DOSM, Aly MIE, Aly SM, Elnegamy TE. Effect of Pilates Exercises on Standing, Walking, and Balance in Children With Diplegic Cerebral Palsy. *Ann Rehabil Med*. 2022;46(1).
11. Kara OK, Livanelioglu A, Yardimci BN, Soylu AR. The Effects of Functional Progressive Strength and Power Training in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2019 Jul 1;31(3):286–95.
12. Ryan JM, Lavelle G, Theis N, Noorkoiv M, Kilbride C, Korff T, et al. Progressive resistance training for adolescents with cerebral palsy: the STAR randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2020 Nov 1;62(11):1283–93.
13. Sanad DA, Draz AH, Hegazy RG. Effect of core stability exercises program on walking performance in children with diplegic cerebral palsy: A randomized control study. *Curr Pediatr Res [Internet]*. 2022;26(1):1198–204. Available from: [www.currentpediatrics.com](http://www.currentpediatrics.com)
14. Hanssen B, Peeters N, De Beukelaer N, Vannerom A, Peeters L, Molenaers G, et al. Progressive resistance training for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial evaluating the effects on muscle strength and morphology. *Front Physiol*. 2022 Oct 4;13.
15. Ballington SJ, Naidoo R. The carry-over effect of an aquatic-based intervention in children with cerebral palsy. *Afr J Disabil*. 2018 Oct 29;7.Cashin AG, McAuley JH.

16. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. Vol. 66, Journal of Physiotherapy. Australian Physiotherapy Association; 2020. p. 59.
17. Georgina Clutterbuck, Megan Auld, Leanne Johnston. Active exercise interventions improve Gross Motor Function of ambulant/semi-ambulant children with cerebral palsy: a systematic review. Taylor & Francis online Disability and Rehabilitation. 2018;1131–51.
18. Merino-Andrés J, García de Mateos-López A, 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 Jan 1;36(1):4–14.
19. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Feys H, Molenaers G, Calders P, et al. The evidence-base for basic physical therapy techniques targeting lower limb function in children with cerebral palsy: A systematic review using the international classification of functioning, disability and health as a conceptual framework. Vol. 44, Journal of Rehabilitation Medicine. 2012. p. 385–95.

### Anexo 3. Escala PEDro.

#### Escala PEDro-Español

- 
1. Los criterios de elección fueron especificados no  si  donde:
  2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) no  si  donde:
  3. La asignación fue oculta no  si  donde:
  4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes no  si  donde:
  5. Todos los sujetos fueron cegados no  si  donde:
  6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados no  si  donde:
  7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados no  si  donde:
  8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos no  si  donde:
  9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" no  si  donde:
  10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave no  si  donde:
  11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave no  si  donde:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<b>Hurd, 2022</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	9
<b>Abd-Elfattah, 2022</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	10
<b>Kara, 2019</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	8
<b>Ryan, 2020</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	8
<b>Sanad, 2022</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	8
<b>Hansen, 2022</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	8
<b>Ballington, 2018</b>	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6