



REVISIÓN

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LAS CAPACIDADES FUNCIONALES DE PERSONAS CON PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Nerea Heras, Raúl Reina, Alba Roldán, Aitor Iturricastillo, Josune Rodríguez-Negro, Javier Yanci

Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España

RESUMEN

El objetivo de esta revisión fue conocer los efectos de los programas de actividad física (AF) en la mejora de las capacidades funcionales y físicas de personas con parálisis cerebral (PC), especialmente de aquellas personas usuarias de silla de ruedas. Se realizó una revisión sistemática de diferentes programas de AF en cinco bases de datos (PubMed, Eric, Google Académico, Dialnet y Researchgate). Quince artículos cumplieron los criterios de inclusión. Se encontró evidencia de la mejora de las capacidades funcionales mediante distintos programas de AF, siendo los programas de capacidad aeróbica, fuerza y mixtos (capacidad aeróbica y fuerza) los más utilizados y analizados en la literatura. Los programas mixtos parecen ser los más idóneos, produciendo mayores mejoras de las capacidades funcionales en personas con PC. Para aquellas personas usuarias de silla de ruedas, los programas mixtos parecen tener además efectos positivos en la propulsión de la silla. Se precisa de mayor investigación en este campo dado los escasos trabajos aplicados exclusivamente en personas con PC usuarias de silla de ruedas.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio físico; Discapacidad; Calidad de vida; Salud; Funcionalidad.



PHYSICAL ACTIVITY EFFECTS ON THE FUNCTIONAL ABILITIES OF PEOPLE WITH CEREBRAL PALSY: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

The objective of this review was to know the effects of physical activity (PA) programs on the improvement of functional and physical abilities of people with cerebral palsy (CP), especially of wheelchair-dependent people. A systematic review of the different PA programs was carried out in five different databases (PubMed, Eric, Google Scholar, Dialnet and Researchgate). Fifteen articles met the inclusion criteria. Evidence of the improvement of functional capacities through different PA programs was found, being those of aerobic capacity, strength and mixed (aerobic capacity and strength) the most used and analyzed in the scientific literature. Mixed programs seem to be the most suitable, since it has been observed that greater improvements occur in the functional capacities of people with CP after these programs. In addition, for wheelchair-dependent people, mixed programs seem to have positive effects in the wheelchair propulsion. Further research in this field is necessary, since there are few articles applied exclusively to wheelchair-dependent people with CP.

KEYWORDS: Physical exercise; Disability; Quality of life; Health; Functionality.

Correspondencia: Javier Yanci Irigoyen. Email: javier.yanci@ehu.eus

Historia: Recibido el 25 de abril de 2019. Aceptado el 20 de noviembre de 2019.

La parálisis cerebral (PC) se define como un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, relacionados con el tono muscular (rigidez muscular), debilidad muscular, movimientos involuntarios y problemas de coordinación muscular y equilibrio, causando limitaciones en las actividades diarias, y que se atribuyen a ciertas alteraciones no progresivas en el cerebro fetal o infantil (Rosenbaum et al., 2007). Generalmente suele deberse a alguna alteración del sistema nervioso central (SNC) durante el desarrollo fetal del recién nacido (Bax et al., 2005). Sin embargo, tal y como han expuesto algunos autores, también podría deberse a una lesión cerebral en la época prenatal o perinatal (incluso hasta los tres o cinco años de edad) (Cano & Medina, 2012; Cardona, Alcocer, Lerma, Martínez & Pérez, 2011; Latorre-García, Rodríguez, Baena, Sánchez & Aguilar, 2017). Adicionalmente, estas alteraciones motoras suelen ir acompañadas de alteraciones de la sensibilidad, la cognición, la comunicación, la percepción, el comportamiento, y/o trastornos convulsivos (Bax et al., 2005).

La PC es la discapacidad con una mayor tasa de incidencia en población infantil (1,5 - 3,8 casos por cada 1000 nacidos) (Ryan et al., 2017). La PC prenatal supone un 44% de las causas totales de PC y son debidas a síndromes genéticos o anomalías cromosómicas en el primer cuatrimestre del embarazo y/o a infecciones intrauterinas o problemas de la función fetal/placentaria en el segundo cuatrimestre (Cardona et al., 2011). Con respecto a las causas durante el parto, las más comunes son la pre-eclampsia o partos distónicos (19%), la septicemia, las infecciones del SNC, la asfisia o los nacimientos prematuros (8%), o bien por meningitis, lesión cerebral traumática o anoxia (lesión cerebral por inmersión tóxica) en la niñez (5%) (Cardona et al., 2011). El daño cerebral causado durante el momento del nacimiento se manifiesta de muchas maneras, lo que explica la gran heterogeneidad dentro de esta población. La *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe* (SCPE) estipula un consenso para la unificación de tratamientos y evaluaciones y, por ende, contribuir a la detección temprana de individuos con PC en los países europeos (Cans, 2000).

Tradicionalmente, la PC se ha clasificado de acuerdo al tipo de afectación motora y la distribución anatómica de la misma (Argüelles, 2008). Con respecto a la afectación motora, dependiendo de la localización donde haya tenido lugar el daño cerebral, y según la SCPE, podemos encontrar los siguientes tipos de PC: i) PC espástica, que es la forma más frecuente de PC y que representa un 70-80% de los diagnósticos (Cans, 2000; Pakula, Van Naarden & Yeargin-Allsopp, 2009). Este tipo de PC surge cuando el daño se localiza en la corteza motora o en las vías subcorticales intracerebrales (principalmente en las vías piramidales) (Cano & Medina, 2012). Sus principales características son patrones posturales y de movimientos alterados, un tono de los músculos antigravitatorios elevado, aunque no siempre constantes (Cans, 2000; Damiano, Martellotta, Sullivan, Granata & Abel, 2000; Moreau, Li, Geaghan & Damiano, 2009) que puede reconocerse mediante una resistencia continua a un estiramiento pasivo de toda la extensión del movimiento (Cano y Medina, 2012), además de alteraciones reflejas (reflejos incrementados y/o signos piramidales como respuesta de Babinski) (Cans, 2000). ii) la PC discinética es el segundo tipo más importante de CP (6-7% de los casos) (Argüelles, 2008). Se produce cuando hay afectaciones del sistema extrapiramidal

(Cano & Medina, 2012). Se caracteriza por patrones alterados de la postura, movimientos involuntarios, incontrolados, que son recurrentes y estereotipados (Cans, 2000). La PC discinética ocurre cuando hay una lesión en los ganglios basales, tálamo o materia blanca (Himmelmann & Uvebrant, 2011) y puede ser subagrupada en dos perfiles: la PC distónica (perfil dominante en la PC discinética) o la PC corea-atetósica (SCPE, 2000) (supone un 15-30% de las PC discinéticas). Ambas se caracterizan por presentar, temblor, balismo y distonía (Argüelles, 2008; Cano & Medina, 2012). iii) PC atáxica, que ocurre cuando hay un daño en el cerebelo. Se caracteriza porque provoca un patrón anormal de la postura y/o el movimiento, produciendo una pérdida de la coordinación muscular y una capacidad alterada para que los movimientos sean realizados con fuerza, ritmo y precisión normales. Otra de las características es la existencia de hipotonía muscular, incoordinación del movimiento y trastornos del equilibrio en distintos grados. Asiduamente aparece en combinación con la espasticidad y la atetosis (Argüelles, 2008). iv) Por último, la PC mixta es la combinación de diversos trastornos motores y extrapiramidales con distintos tipos de alteración del tono y combinaciones de ataxia y distonía, o distonía y espasticidad (Argüelles, 2008; Cano & Medina, 2012). Estas formas mixtas son muy frecuentes (Cano & Medina, 2012).

Con respecto a las regiones anatómicas afectadas, la PC también se puede clasificar según el número de extremidades afectadas (Argüelles, 2008; Cano & Medina, 2012; Ríos, 2007):

- Tetraparesia, que es la más severa y que afecta a las cuatro extremidades y el tronco, con predominio en miembros superiores.
- Cuadriparesia, que afecta a las cuatro extremidades, superiores e inferiores, pero con ligera afectación del tronco.
- Triparesia, que presenta afectación de las extremidades inferiores y una superior.
- Diparesia, que afecta a dos extremidades, generalmente las inferiores. Este tipo de PC es la más frecuente y puede que estén afectados mínimamente también las extremidades superiores, pero con gran predominancia de las inferiores.
- Hemiparesia, que afecta a las dos extremidades de un mismo lado (hemicuerpo), aunque existe una prevalencia en el miembro superior.
- Monoparesia, que afecta únicamente a una sola extremidad (brazo o pierna).

Otra de las posibles clasificaciones de la PC es la que atiende al modo en que afectan al tono muscular (Cano & Medina, 2012), diferenciando entre PC isotónica (tono muscular normal), hipertónica (aumento del tono muscular), hipotónica (disminución del tono muscular) y variable (variación constante del tono muscular). Además de estas clasificaciones, recientemente se han desarrollado sistemas que permiten la categorización de personas con PC de acuerdo con su nivel de deterioro funcional. Estos sistemas de clasificación de la PC surgen debido a la necesidad de conseguir un sistema estandarizado de medición riguroso, que permita conocer la severidad de la discapacidad respecto al movimiento o funcionalidad (Cardona et al., 2011). El Sistema de Clasificación de Funciones Motoras Gruesas (GMFCS) (Palisano, Rosenbaum, Walter, Russell, Wood & Galuppi, 1997; Palisano, Rosenbaum, Bartlett & Livingston, 2008; Rosenbaum, Palisano, Bartlett, Galuppi &

Russell, 2008; Ryan et al., 2017) es un sistema de clasificación de la PC que está basado en el movimiento auto-iniciado por la persona con énfasis en la sedestación (control del tronco), las transferencias y la movilidad (Arellano, Viñals & Arellano, 2007). Por lo tanto, la GMFCS, validada hasta los 18 años, clasifica diferentes niveles de funcionalidad basándose en el nivel de movimiento, diferenciando cinco niveles de severidad (Arellano et al., 2007; George, Varghese & Manoj, 2015; Ryan et al., 2017): i) Nivel I, donde los individuos pueden caminar sin restricciones. Pueden caminar sin ayuda y pueden realizar habilidades motoras como correr y saltar. ii) Nivel II, donde los individuos pueden caminar con limitaciones. Pueden caminar dentro y fuera del hogar sin ayuda, pero tienen una capacidad mínima para realizar habilidades motoras gruesas como correr o saltar. iii) Nivel III, donde los individuos requieren de un dispositivo manual auxiliar de la marcha (muletas, bastones, andadores, etc.) para caminar y pueden requerir de silla de ruedas para completar largas distancias. iv) Nivel IV, donde los individuos presentan una automovilidad limitada, siendo posible el uso de silla de ruedas motorizada. v) Nivel V, que clasifica a los individuos que presentan mayor severidad motora que son capaces de manejar una silla eléctrica, tienen una capacidad limitada para mantener por sí mismos la cabeza alineada con el tronco y un control postural reducido.

Basándonos en las definiciones y clasificaciones facilitadas anteriormente sería factible identificar un perfil funcional en personas con PC en función del origen de la lesión cerebral y la severidad de la misma., permitiendo a diferentes profesionales como médicos, fisioterapeutas o profesionales de actividad física (AF) conocer el desarrollo actual del individuo con la finalidad de identificar las necesidades personales y así poder establecer objetivos de intervención, ya sea terapéutica o no (Bax et al., 2005).

Independientemente de su clasificación funcional, se ha descrito que las personas con PC, con el paso del tiempo, presentan un mayor deterioro funcional y de condición física (González-Carbonell, Brizuela & Romero-Ávila, 2015; Taylor, Dodd & Larkin, 2004), aumentando la incidencia de dolor crónico, fatiga o deformación de las articulaciones, e incluso la mortalidad prematura asociada a los altos niveles de sedentarismo (González-Carbonell et al., 2015; Suárez-Iglesias, 2017; Taylor et al., 2004). Este último aspecto es aún más relevante en personas usuarias de silla de ruedas. Se ha expuesto que desde un punto de vista energético, las personas que se desplazan habitualmente en silla de ruedas tienen un gasto energético considerablemente menor que el resto de la población (González-Carbonell et al., 2015). En este contexto, la práctica de AF es uno de los componentes determinantes en la mejora de la calidad de vida en personas con PC (González-Carbonell et al., 2015). Una adecuada práctica de AF que incluya actividades para la mejora de comportamientos motores de la vida diaria/cotidiana, como el simple hecho de manejar la silla de ruedas o realizar movimientos específicos en el puesto de trabajo o en tareas domésticas, puede ser beneficiosa para las personas con PC, especialmente para la mejora o el mantenimiento de distintos aspectos funcionales y de la condición física (Satonaka & Suzuki, 2018).

La fuerza muscular y la capacidad aeróbica se consideran los principales componentes de la condición física relacionada con la salud, ya que se ha observado que una mejora de estas dos capacidades está directamente relacionada con la mejora de la salud general del individuo (Verschuren, Darrach, Novak, Ketelaar, &

Wiart, 2014). Generalmente, las personas con PC presentan altos niveles de sedentarismo, viéndose mermadas tanto la capacidad aeróbica como la fuerza muscular (Taylor et al., 2004). Además, se ha observado que existe una asociación entre el aumento de la fuerza muscular y la mejora de la propulsión en la silla de ruedas (O'Connell, Barnhart, & Parks, 1992) y la mejora de la capacidad de caminar más rápido y completar largas distancias en sujetos ambulantes (Moreau & Gannotti, 2015; Peungsuwan, Parasin, Siritaratiwat, Prasertnu, & Yamauchi, 2017). En la misma línea, varios estudios recientes han observado que en personas en silla de ruedas, tras realizar programas de ejercicio aeróbico, se obtenía una mejora de la capacidad aeróbica (Hutzler, Chacham, Bergman, Bergman, & Szeinberg, 1998; Terada, Satonaka, Terada, & Suzuki, 2017).

A pesar de la importancia que puede tener la AF en la calidad de vida y en la mejora de las capacidades funcionales (manejo de la silla de ruedas, actividades de la vida diaria...) y físicas (fuerza, capacidad cardiovascular...) de las personas con PC, la investigación respecto a qué programas de intervención de AF son los más adecuados no es prolífica. La mayor parte de las investigaciones que analizan los efectos de programas de AF en personas con PC presentan una gran diversidad y variedad en cuanto a los tipos de programas, duración y características de los participantes, por lo que es complejo conocer qué tipo de programas pueden ser más efectivos en esta población. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar los efectos de programas de AF en la mejora de las capacidades funcionales y físicas de personas con PC, especialmente de usuarios de silla de ruedas.

MÉTODO

Búsqueda estratégica

Entre noviembre de 2017 y junio de 2018 se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: PubMed, Eric, Google Académico, Dialnet y Researchgate. La estrategia de búsqueda se circunscribió a estudios escritos tanto en inglés como en castellano, sin límite de fecha de publicación, y utilizando las siguientes palabras clave: (1) “*cerebral palsy*” OR “*brain impairment*” (parálisis cerebral o deterioro cerebral, en bases de datos en castellano); AND (2) “*physical activity*” OR “*physical exercise*” OR “*exercise training*” (*actividad física o ejercicio físico*); AND (3) “*training program*” OR “*coaching program*” OR “*sport program*” (programa de entrenamiento o programa deportivo); AND (4) “*wheelchair*” (silla de ruedas); AND (5) “*functional capability*” OR “*motor ability*” (capacidad funcional o capacidad motora). Se realizó una búsqueda bibliográfica complementaria de la literatura en un intento de encontrar artículos perdidos por la búsqueda en las bases de datos mencionadas.

Criterios de inclusión

La presente revisión sistemática siguió la metodología marcada por Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) para realizar revisiones sistemáticas (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, y The, 2009). Los

estudios fueron evaluados de acuerdo con los siguientes criterios de selección para su inclusión: 1) personas diagnosticadas con PC; 2) aplicación de programas de intervención de AF (AF vs. grupo control o dos o más programas de AF distintos) con evaluación inicial (pre-test) y final (pos-test) de la condición física, habilidades motoras, capacidades funcionales o calidad de vida; 3) descripción específica de los contenidos de los programas de AF y 4) evaluación de los efectos de los diferentes programas en función de la edad, afectación o entre sexos. Los potenciales estudios a incluir en la presente revisión fueron tanto estudios de cohorte como estudios comparativos o longitudinales.

Evaluación de calidad del título/resumen y colección de estudios

La búsqueda fue realizada por dos investigadores de forma independiente en las bases de datos contempladas en el estudio y utilizando los criterios de búsqueda expuestos anteriormente. Una vez realizada la búsqueda completa, se eliminaron los artículos duplicados. Con los resultados obtenidos, se realizó una lectura del título y resumen para obtener artículos potenciales de inclusión en la revisión. Posteriormente, se evaluaron los textos completos de los artículos seleccionados con el fin de determinar si cumplían con los criterios de inclusión establecidos. Finalmente, aquellos artículos que cumplían los criterios de inclusión fueron revisados en profundidad. La búsqueda reportó un total de 683 referencias, que después de eliminar duplicados y referencias no adecuadas por título y resumen se obtuvo el texto completo de 55 artículos. Tras una revisión de los textos completos se incluyeron 15 artículos que cumplían con los criterios de inclusión establecidos en el presente estudio (Figura 1).

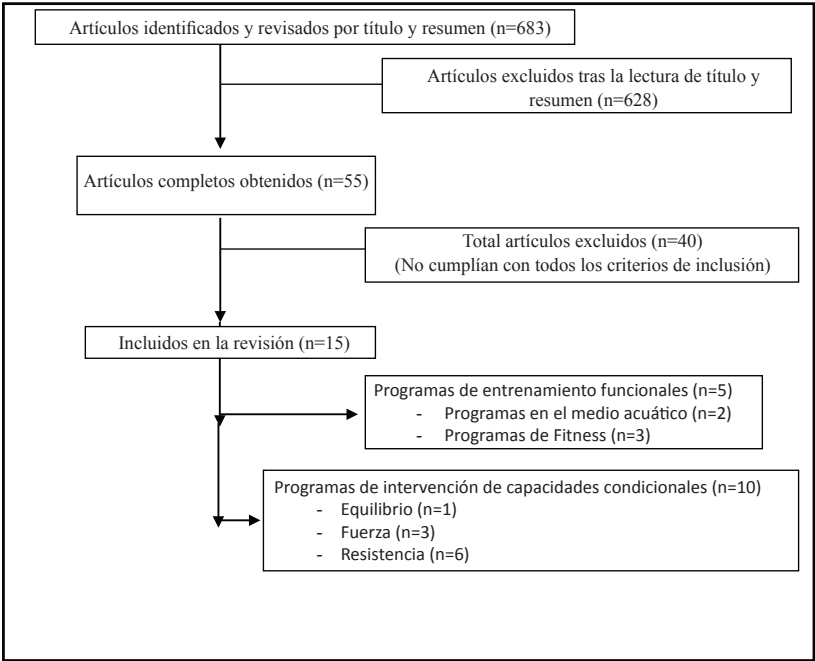


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.

Extracción y síntesis de datos

Los datos extraídos de cada estudio incluyeron edad de los sujetos, tipo y topografía de los participantes, número de participantes, tipos de programas de AF, detalles de la intervención, tipos de test utilizados, resultados y conclusiones.

RESULTADOS

Resultados generales de la búsqueda

En la presente revisión se incluyeron estudios que analizaban los efectos de cinco programas de entrenamiento funcionales, de los cuales dos de ellos se realizaron en el medio acuático (Cano & Medina, 2012; Hutzler et al., 1998), y los tres restantes fueron programas específicos de fitness que tenían por objetivo el mejorar diferentes capacidades físicas y su transferencia a actividades de la vida cotidiana (Darrah, Wessel, Nearingburg & O'Connor, 1999; Lauruschkus, Hallström, Westbom & Nordmark, 2015; Van den Berg-Emons, Van Baak, Speth & Saris, 1998). También se incluyeron 10 estudios que implementaron programas de intervención de capacidades condicionales. Uno de ellos se basaba en los efectos a largo plazo de un programa de mejora del equilibrio (Uzun, 2013), otros tres implementaron programas de entrenamiento de fuerza (Andersson, Grooten, Hellsten, Kaping & Mattsson, 2003; Olsen, Ross, Foreman & Engsberg, 2013; Taylor et al., 2004) y los seis programas restantes aplicaron contenidos de resistencia, ya sea de tipo aeróbica (Verschuren et al., 2013; Wu, Kim, Arora, Gaebler-Spira & Zhang, 2017) o para la mejora de la propulsión de la silla de ruedas (González-Carbonell et al., 2015; O'Connell, Barnhart & Parks, 1992; O'Connell & Barnhart, 1995).

Programas de entrenamiento funcional

Dentro de este tipo de entrenamiento se recopilaron cinco trabajos, de los cuales dos de ellos aplicaron programas en el medio acuático (Cano & Medina, 2012; Hutzler et al., 1998) y los tres restantes implementaron programas de fitness (Darrah et al., 1999; Lauruschkus et al., 2015; Van den Berg-Emons et al., 1998). Los participantes de los distintos estudios tenían una edad comprendida entre los cinco y los 20 años, presentando perfiles funcionales variados con un total de 40 con diparesia espástica (Darrah et al., 1999; Hutzler et al., 1998; Van den Berg-Emons et al., 1998), 36 con hemiparesia (Cano & Medina, 2012; Darrah et al., 1999; Hutzler et al., 1998), 13 con tetraparesia (Van den Berg-Emons et al., 1998; Darrah et al., 1999; Hutzler et al., 1998), cuatro con perfil atáxico (Hutzler et al., 1998) y uno con distonía (Darrah et al., 1999). Tres trabajos utilizaron la clasificación funcional GMFCS para identificar el perfil funcional de sus participantes, con tres participantes en el nivel I (Lauruschkus et al., 2015), dos en el nivel II (Lauruschkus et al., 2015), 17 en el nivel III (Hutzler et al., 1998; Lauruschkus et al., 2015), siete en el nivel IV (Hutzler et al., 1998; Lauruschkus et al., 2015), y siete en el nivel V (Hutzler et al., 1998; Lauruschkus et al., 2015).

Los programas funcionales analizados mostraron una mejora en la capacidad aeróbica de los participantes, haciéndoles físicamente más activos. En el estudio de Lauruschkus y col. (2015) se pasó de realizar 60 min a 106 min de AF, mientras que otros trabajos evidenciaron un incremento de la capacidad vital medida mediante un espirómetro (mejoras de un 21% a un 65%) (Hutzler et al., 1998; Van den Berg-Emons et al., 1998). En la misma línea, otros estudios obtuvieron mejoras significativas después de la aplicación de programas funcionales en la fuerza muscular (Cano & Medina, 2012; Darrah et al., 1999; Van den Berg-Emons et al., 1998), en el equilibrio, la flotabilidad y en el desplazamiento en el agua (Cano & Medina, 2012), así como en la flexibilidad (Darrah et al., 1999). Sin embargo, un estudio concluyó que dos días de AF semanal durante un periodo de 39 semanas no producía mejoras significativas en el gasto calórico y en la capacidad aeróbica, indicando la necesidad de realizar cuatro días de AF por semana para conseguir mejoras significativas en el gasto calórico y la capacidad aeróbica (Van den Berg-Emons et al., 1998). Considerando la duración de los programas, el estudio de Cano y Medina (2012) concluyó que los programas de entrenamiento con una duración superior a tres semanas obtenían mejores efectos que aquellos con una duración inferior.

Programas de intervención de capacidades condicionales

Con respecto a los programas específicos para la mejora de las capacidades condicionales, se recopilaron un total de 10 trabajos, donde uno de ellos intervino sobre el equilibrio (Uzun, 2013), tres se realizaron mediante una intervención de fuerza (Andersson et al., 2003; Olsen et al., 2013; Taylor et al., 2004) y los seis restantes eran programas de resistencia (González-Carbonell et al., 2015; O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995; Terada et al., 2017; Verschuren et al., 2013; Wu et al., 2017). Un total de 95 participantes con PC tomaron parte en esos programas, con edades comprendidas entre los cinco y 67 años, donde 28 fueron clasificados con diparesia espástica (O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995; Taylor et al., 2004; Uzun, 2013; Wu et al., 2017), uno con hemiparesia (Uzun, 2013), 21 con tetraparesia (O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995; Uzun, 2013; Wu et al., 2017). Además dos participantes tenían hemiparesia espástica (Verschuren et al., 2013) y 21 casos presentaban diparesia (Verschuren et al., 2013). En cinco estudios los participantes fueron clasificados según la GMFCS, de los cuales seis participantes se encontraban en el nivel I (Olsen et al., 2013; Uzun, 2013; Wu et al., 2017), 12 en el nivel II (Uzun, 2013; Wu et al., 2017), 14 en el nivel III (Olsen et al., 2013; Verschuren et al., 2013; Wu et al., 2017), 10 en el nivel IV (Verschuren et al., 2013; Wu et al., 2017) y seis en el nivel V (Terada et al., 2017).

Los programas de intervención analizados obtuvieron mejoras significativas en el equilibrio postural (Olsen et al., 2013; Uzun, 2013; Wu et al., 2017). En dos estudios se observó un aumento significativo en la fuerza de los músculos flexo-extensores de la cadera (Andersson et al., 2003; Uzun, 2013). De la misma forma, el programa de intervención basado en el entrenamiento de fuerza, con siete usuarios en silla de ruedas, llegó a producir mejoras de la fuerza hasta un 22% en las extremidades inferiores y de un 17% en superiores (Taylor et al., 2004). Además, un programa de entrenamiento de fuerza provocó una mejora de la función motora

gruesa del pie (Andersson et al., 2003), mientras que un programa orientado al fortalecimiento de la flexión plantar del tobillo mejoró tanto la fuerza excéntrica como la concéntrica (Olsen et al., 2013). Otros estudios hallaron una correlación significativa entre el entrenamiento de fuerza y la mejora de la propulsión de la silla de ruedas, con mejoras de hasta un 29% en el test de 12 min (O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995). Sin embargo, en otro de los programas de fuerza utilizados en el mismo estudio solo resultó ser significativa la mejora en el test de 12 min y de la fuerza de extensión del codo (O'Connell et al., 1992). Otros estudios que aplicaron programas de intervención con contenidos de resistencia en usuarios de silla de ruedas mostraron que el entrenamiento de pedaleo de brazos, o actividades aeróbicas de baile, produjeron aumentos en la capacidad aeróbica de los participantes (González-Carbonell et al., 2015; Terada et al., 2017).

DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión sistemática fue analizar la evidencia científica sobre los efectos que producen los programas de AF en la mejora de las capacidades funcionales y físicas en personas con PC, concretamente en usuarios de sillas de ruedas. Se incluyeron un total de 15 artículos que ponen de manifiesto que los diferentes tipos de programas implementados pueden ayudar a mejorar la capacidad aeróbica de este colectivo (González-Carbonell et al., 2015; Hutzler et al., 1998; Lauruschkus et al., 2015; Terada et al., 2017; Van den Berg-Emons et al., 1998), la fuerza de extremidades superiores e inferiores (Andersson et al., 2003; Cano & Medina, 2012; Darrah et al., 1999; Olsen et al., 2013; Taylor et al., 2004; Uzun, 2013; Van den Berg-Emons et al., 1998), la estabilidad postural (Cano & Medina, 2012; Olsen et al., 2013; Uzun, 2013; Wu et al., 2017), la flotabilidad en el medio acuático (Cano & Medina, 2012), el rango de movimiento (Darrah et al., 1999) y la propulsión de la silla de ruedas (O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995). Los resultados obtenidos en los distintos estudios parecen evidenciar que los programas de AF en general tienen efectos positivos en la funcionalidad de las personas con PC.

Programas de entrenamiento funcionales

Un estudio donde se aplicó un programa de hidroterapia mostró que las capacidades funcionales de personas con PC mejoraban considerablemente tras este tipo de programa, llegando a conseguir que un 66.37% de los participantes lograsen caminar en el agua (Cano & Medina, 2012). Atendiendo a estos resultados, parece ser que caminar en el agua y trabajar la fuerza de las extremidades inferiores permite un mayor control postural de las personas con PC. Otro estudio donde se analizaron los efectos de un programa de natación frente a un grupo control que realizaba un tratamiento fisioterapéutico mostró que los ejercicios acuáticos mejoraban la capacidad vital de los usuarios en un 65% en comparación al 23% del grupo control (Hutzler et al., 1998). Por tanto, parece ser que los programas de entrenamiento en el medio acuático pueden proporcionar un efecto de mejora del equilibrio postural, de la fuerza muscular, de la capacidad aeróbica y pueden ser beneficiosos para

personas con PC. En la misma línea, los programas de AF en los cuales se combina un trabajo aeróbico con uno de fuerza y en el que se realizan estiramientos, mostraron un aumento de la capacidad aeróbica del 21-65% (Van den Berg-Emons et al., 1998) y mejoras en la flexibilidad (Darrah et al., 1999). Se ha expuesto que la inclusión de estiramientos musculares puede reducir la rigidez muscular en individuos con perfiles de PC espástica y mixta (Theis, Korff & Mohagheghi, 2015), aspecto especialmente relevante ya que cuando los músculos pierden capacidad de estiramiento, pierden su capacidad de crecer con la estructura ósea circundante, lo que reduce la flexibilidad general (Wiert, Darrah & Kembhavi, 2008). Además de estas mejoras en capacidades específicas, un programa funcional puede provocar un aumento del tiempo total de AF que realizan al día las personas con PC (Lauruschkus et al., 2015). Sin embargo, se desconoce si este tipo de programas realmente producen adherencia a la práctica de AF en personas con PC una vez finalizado el programa de intervención supervisado, por lo que sería interesante analizar este aspecto en futuras investigaciones.

Respecto a la frecuencia semanal de las sesiones, en la literatura científica existe cierta controversia. Mientras que un estudio mostró beneficios tras la aplicación de un programa de natación con una frecuencia semanal de uno o dos días (Hutzler et al., 1998). Van den Berg-Emons y col. (1998) observaron que un programa de intervención de dos días a la semana no obtenía mejoras y por el contrario un programa con cuatro días semanales si las obtenía. Son necesarios más estudios que analicen la frecuencia semanal adecuada de los programas de intervención en personas con PC. Respecto a la duración de los programas de AF, la evidencia científica es escasa y los pocos estudios al respecto parecen indicar que debería ser entre 26 y 52 semanas, ya que con estas duraciones se han observado unos mayores efectos (Cano & Medina, 2012; Hutzler et al., 1998; Van den Berg-Emons et al., 1998).

Programas de intervención de capacidades condicionales

Con respecto a los programas de fuerza, se puede observar que los objetivos de cada estudio analizado son dispares, dificultando así su comparación. Sin embargo, la literatura científica existente parece evidenciar que la aplicación de programas de fuerza en personas con PC provocan efectos positivos en las capacidades físicas como el aumento de la flexión de cadera (Andersson et al., 2003), la ganancia de fuerza en las extremidades inferiores, logrando que alguno de los sujetos den sus primeros pasos (Olsen et al., 2013; Taylor et al., 2004; Uzun, 2013) posiblemente debido a que el trabajo de fuerza haya producido aumentos en los picos de fuerza, o el aumento de fuerza para la propulsión de la silla de ruedas de las personas con PC (O'Connell et al., 1992; O'Connell & Barnhart, 1995; Uzun, 2013).

Respecto a la mejora de la capacidad aeróbica, la evidencia parece indicar que los programas de baile en silla de ruedas provocan mejoras en la frecuencia cardíaca (FC) (Terada et al., 2017), mientras que un trabajo de pedaleo en ergómetro influye en la mejora de distintas variables cardiovasculares. Teniendo en cuenta que tanto el trabajo de fuerza como el trabajo aeróbico son beneficiosos para las personas con PC, sería interesante analizar si los programas combinados (mixtos de fuerza y aeróbicos) podrían ser también efectivos para la mejora de la fuerza de

las extremidades inferiores y superiores, la capacidad para caminar, el equilibrio, así como otras funciones de movimiento como la flexión de cadera y para la capacidad aeróbica.

Variables de confusión, conflictos entre artículos y limitaciones del estudio

No todos los artículos incluidos en este estudio describieron adecuadamente las características de los programas de intervención. A pesar de que uno de los criterios de inclusión en este estudio fue que el programa utilizado estuviera descrito adecuadamente, hay variables como la frecuencia, el volumen, la carga, la intensidad o la progresión individual, que precisarían más detalle para poder emitir unas conclusiones más precisas o de consenso de la literatura. Además, no todos los programas tenían los mismos objetivos, y algunos programas no proporcionaban con detalle el tipo de afectación de PC que tenían los participantes. Por otro lado, tanto la gran variedad de tipos de afectación de la PC en los participantes de los distintos estudios, los programas utilizados y los tipos de mediciones realizadas dificultó la comparación entre estudios. Por último, debido a que la búsqueda se realizó en los idiomas inglés y español, en las bases de datos PubMed, Eric, Google Académico, Dialnet y ResearchGate puede ser que haya más artículos relacionados con el tema en otras bases de datos relevantes o en otros idiomas, y que no se hayan incluido en esta revisión sistemática.

Consideraciones para futuras investigaciones

La fuerza y la capacidad aeróbica se presentan como las principales características que los sujetos con PC necesitan mejorar. Aunque existen numerosos estudios sobre el tema, la gran mayoría utiliza como muestra personas con niveles del GMFSC I-II-III, los cuales suelen no depender de silla de ruedas. Se ha expuesto que la mayoría de los estudios en PC se hace con poblaciones clasificadas según la GMFCS I-III porque son los individuos más funcionales y, por tanto, realizar las intervenciones son más sencillas (Pavao et al., 2013). Posiblemente, el estudio de los efectos de distintos programas de AF en personas con PC con grandes afectaciones supondría un reto y una interesante línea de investigación. Sería pues interesante en futuras investigaciones profundizar en los efectos de distintos programas de intervención con AF en personas de PC con niveles de GMFCS IV y V, es decir, usuarios permanentes de silla de ruedas. Dado que los usuarios de sillas de ruedas son aquellas que más afectaciones motoras presentarían, conocer los efectos de los programas de AF en dicho colectivo sería de gran ayuda para la mejora de su funcionalidad y calidad de vida.

CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática evidencia que programas mixtos en los que se trabaje tanto la capacidad aeróbica como la fuerza son los más efectivos para la mejora de las capacidades funcionales en personas con PC usuarias de silla de ruedas. Aunque se ha podido observar que existe una mayor tendencia al estudio de los

efectos de los programas de fuerza, posiblemente por su relación con la mejora de su función motriz (p.e. propulsión de la silla de ruedas), la evidencia manifiesta que es necesario también realizar un trabajo aeróbico para poder mejorar la capacidad vital. Por tanto, los programas mixtos podrían ser la mejor opción para aumentar la capacidad vital y la forma física/funcional de las personas con PC.

REFERENCIAS

- Andersson, C., Grooten, W., Hellsten, M., Kaping, K. & Mattsson, E. (2003). Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(4), 220-228. <https://doi.org/10.1017/S0012162203000446>
- Arellano, I. T., Viñals, C. P. & Arellano, M. E. (2007). GMFCS - E & R; Clasificación de la función motora gruesa extendida y revisada. *CanChild*, 1(1), 1-5.
- Argüelles, P. P. (2008). *Parálisis cerebral infantil*. Barcelona, España: Hospital Sant Joan de Dèu.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B. & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 571-576. <https://doi.org/10.1017/S001216220500112X>
- Cano, A. F. & Medina, L. A. (2012). *La hidroterapia y su importancia en la psicomotricidad de los jóvenes con parálisis cerebral: hemiplejía, que asisten a la miscina municipal n°3 – Casmul Loja periodo 2011-2012*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(12), 816-824. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00695.x>
- Cardona, C., Alcocer, A., Lerma, S., Martínez, I. & Pérez, M. (2011). Ejercicio físico en niños con parálisis cerebral. *Kronos. Actividad Física y Salud*, 10(2), 13-24.
- Damiano, D. L., Martellotta, T. L., Sullivan, D. J., Granata, K. P. & Abel, M. F. (2000). Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: Relationship of cocontraction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(7), 895-900. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.5579>
- Darrah, J., Wessel, J., Nearingburg, P. & O'Connor, M. (1999). Evaluation of a community fitness program for adolescents with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 11(1), 18-23. <https://doi.org/10.1097/00001577-199901110-00004>
- George, C., Varghese, B. G. & Manoj, T. I. (2015). Effect of structured physical activity programme on gross motor function of adolescence with cerebral palsy. *International Journal in Management and Social Science*, 3(11), 50-56.
- González-Carbonell, I., Brizuela, G. & Romero-Ávila, J. L. (2015). Pedaleo de brazos en personas con lesión medular, parálisis cerebral o ataxia cerebelosa: Parámetros fisiológicos. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 11(41), 226-244. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2016.04602>
- Himmelman, K. & Uvebrant, P. (2011). Function and neuroimaging in cerebral palsy: a population-based study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(6), 516-521. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.03932.x>
- Hutzler, Y., Chacham, A., Bergman, U. & Szeinbver, A. (1998). Effects of a movement and swimming program on vital capacity and water orientation skills of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40(3), 176-181. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1998.tb15443.x>
- Latorre-García, J., Rodríguez, M. L., Baena, L., Sánchez, A. M. & Aguilar, M. J. (2017). Influencia de la fisioterapia acuática sobre las habilidades motoras gruesas de los niños afectados de parálisis cerebral: Revisión sistemática. *Journal of Negative and No Positive Results*, 2(5), 210-216. <https://doi.org/10.19230/JONNPR.1408>
- Lauruskus, K., Hallström, I., Westbom, L. & Nordmark, E. (2015). Participation in physical activities for children with physical disabilities: feasibility and effectiveness of individualised physical activity referrals. *Physiotherapy*, 101(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1655>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. & The, P. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e100097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Moreau, N. G., Li, L., Geaghan, J. P. & Damiano, D. L. (2009). Contributors to fatigue resistance of the hamstrings and quadriceps in cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 24(4), 355-360. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.012>
- Moreau, N. G. & Gannotti, M. E. (2015). Addressing muscle performance impairments in cerebral palsy: Implications for upper extremity resistance training. *Journal of Hand Therapy*, 28(2), 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2014.08.003>
- O'Connell, D. G. & Barnhart, R. (1995). Improvement in wheelchair propulsion in pediatric wheelchair users through resistance training: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(4), 368-372. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(95\)80663-6](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(95)80663-6)
- O'Connell, D. G., Barnhart, R. & Parks, L. (1992). Muscular endurance and wheelchair propulsion in children with cerebral palsy or myelomeningocele. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 73(8), 709-711.
- Olsen, J. E., Ross, S. A., Foreman, M. H. & Engsberg, J. R. (2013). Changes in muscle activation following ankle strength training in children with spastic cerebral palsy: An electromyography feasibility case report. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 33(2), 230-242. <https://doi.org/10.3109/01942638.2012.723116>
- Pakula, A. T., Van Naarden, K. & Yeargin-Allsopp, M. (2009). Cerebral palsy: classification and epidemiology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 20(3), 425-452. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2009.06.001>
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Bartlett, D. & Livingston, M. H. (2008). Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(10), 744-750. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x>
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E. & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(4), 214-223.
- Pavão, S. L., dos Santos, A. N., Woollacott, M. H. & Rocha, N. A. C. F. (2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: a review. *Research in Developmental Disabilities*, 34(5), 1367-1375. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.034>
- Peungsuwan, P., Parasin, P., Siritarativat, W., Prasertnu, J. & Yamauchi, J. (2017). Effects of Combined Exercise Training on Functional Performance in Children with Cerebral Palsy: A Randomized-Controlled Study. *Paediatric Physical Therapy*, 29(1), 39-46. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000338>
- Ríos, M. (2007). *Manual de educación física adaptada al alumno con discapacidad*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Rosenbaum, P., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Galuppi, B. E. & Russell, D. J. (2008). Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(4), 249-253. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x>
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B. & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology Supplement*, 49(2), 1-44. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00201.x>
- Ryan, J. M., Cassidy, E. E., Noorduyn, S. G. & O'Connell, N. E. (2017). Exercise interventions for cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(1), 1-199. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011660.pub2>
- Satonaka, A. & Suzuki, N. (2018). Aerobic fitness and lifestyle with non-exercise physical activity in adults with cerebral palsy. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.7600/jpfsfm.7.1>
- SCPE. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12), 816-824. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00695.x>
- Suárez-Iglesias, D. (2017). *Práctica de actividades físico-deportivas en adultos institucionalizados con grave discapacidad: influencia en la rehabilitación de parámetros de condición física en relación con la salud* (Tesis doctoral). Universidad de León, España.
- Taylor, N. F., Dodd, K. J. & Larkin, H. (2004). Adults with cerebral palsy benefit from participating in a strength training programme at a community gymnasium. *Disability and Rehabilitation*, 26(19), 1128-1134. <https://doi.org/10.1080/09638280410001712387>
- Terada, K., Satonaka, A., Terada, Y. & Suzuki, N. (2017). Training effects of wheelchair dance on aerobic fitness in bedridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy rated to GMFCS

- level V. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(5), 744–750. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04486-0>
- Theis, N., Korff, T. & Mohagheghi, A. A. (2015). Does long-term passive stretching alter muscle–tendon unit mechanics in children with spastic cerebral palsy? *Clinical Biomechanics*, 30(10), 1071–1076. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.09.004>
- Uzun, S. (2013). The effect of long-term training program on balance in children with cerebral palsy: Results of a pilot study for individually based functional exercises. *Educational Research and Reviews*, 8(11), 747–757. <https://doi.org/10.5897/ERR2013.1454>
- Van den Berg-Emons, R. J., Van Baak, M. A., Speth, L. & Saris, W. H. (1998). Physical training of school children with spastic cerebral palsy: effects on daily activity, fat mass and fitness. *International Journal of Rehabilitation Research*, 21(2), 179–194.
- Verschuren, O., Darrah, J., Novak, I., Ketelaar, M. & Wiart, L. (2014). Health-Enhancing Physical Activity in Children With Cerebral Palsy: More of the Same Is Not Enough. *Physical Therapy*, 94(2), 297–305. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130214>
- Verschuren, O., Zwinkels, M., Obeid, J., Kerkhof, N., Ketelaar, M. & Takken, T. (2013). Reliability and validity of short-term performance tests for wheelchair-using children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(12), 1129–1135. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12214>
- Wiart, L., Darrah, J. & Kembhavi, G. (2008). Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going? *Paediatric Physical Therapy*, 20(2), 173–178. <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3181728a8c>
- Wu, M., Kim, J., Arora, P., Gaebler-Spira, D. J. & Zhang, Y. (2017). Effects of the Integration of Dynamic Weight Shifting Training into Treadmill Training on Walking Function of Children with Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(11), 765–772. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000776>