

***Estrategias terapéuticas de fisioterapia en personas jóvenes y
adultas con parálisis cerebral***

Universidad de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria

4º Grado en Fisioterapia

Trabajo fin de grado

Promoción 2009-2013

Directora TFG: Nuria Martín Pozuelo

Alumno: Juan José González Sainz

14 de junio de 2013

ÍNDICE

Resumen/abstract.....	3
Introducción.....	4
Metodología.....	6
Objetivos.....	6
Estrategia de búsqueda.....	6
Criterios de inclusión y exclusión.....	7
Recolección de datos.....	7
Clasificación de resultados.....	8
Nivel de evidencia.....	9
Calidad de resultados.....	9
Resultados.....	9
La marcha.....	11
La postura.....	13
Discusión.....	15
Bibliografía.....	19

Estrategias terapéuticas de fisioterapia en personas jóvenes y adultas con parálisis cerebral

RESUMEN

Objetivo: Proporcionar una visión general de las estrategias terapéuticas de fisioterapia en personas jóvenes y adultos con parálisis cerebral y apoyar en la práctica clínica a realizar por el fisioterapeuta.

Fuentes y selección de los estudios: Búsqueda bibliográfica en Pubmed, PEDRo y Cochrane Library, sobre la literatura publicada entre marzo de 2009 y mayo de 2013, ya que nuestro estudio continúa el trabajo de una revisión ya existente. Evaluamos calidad de los estudios utilizando el sistema CASPe (critical appraisal skills programa).

Extracción de datos: Un estudiante de 4º Curso de Fisioterapia de la Universidad Gimbernat Cantabria en la realización del Trabajo Fin de Grado, calificó los datos con la guía de una directora de Trabajo Final de Grado.

Resultados: Se incluyeron cinco estudios de calidad alta. La marcha es el aspecto más estudiado. La cinta rodante mejora la función motora y velocidad de la marcha; en el tratamiento de estimulación auditiva, parámetros de la marcha incrementan significativamente; el ejercicio de resistencia progresiva, no tiene un efecto funcional. En el estudio de la postura, controlado por juego de ordenador, los pacientes se sientan más rectos.

Conclusión: La evidencia de los efectos de la fisioterapia es escasa, por lo que es necesario animar a los profesionales sanitarios a realizar investigación de calidad en este campo, sugiriendo **DADOS LOS ÚLTIMOS AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN NEUROCIENCIA** que ésta se enmarque en la CIF y se enfoque a la plasticidad del SNC.

Palabras clave: parálisis cerebral, fisioterapia, adulto, neuroplasticidad, control motor, Terapia Bobath, Perfetti, entrenamiento en cinta rodante, isocinéticos, restricción inducida.

ABSTRACT

Objective: To provide an overview of physical therapy treatment strategies in young people and adults with cerebral palsy and support in clinical practice to be performed by the physiotherapist.

Sources and study selection: Bibliography searched in Pubmed, PEDRo and Cochrane Library, about literature published between March 2009 and May 2013. Our study continues the work of another systematic review. We assessed study quality using CASPe sistem (critical appraisal skills program).

Data extraction: A fourth year student of Gimbernat Cantabria Physiotherapist University in his final degree project, with the guidance of a director final degree, considered the data.

Results: Has been included five high quality studies. The gait is the most studied point. The treadmill improve motor function and gait speed, in the auditory stimulation treatment, gait parameters increased significantly, progressive resistance exercise has no functional effect. In posture study controlled by computer game, patients sit straighter.

Conclusion: The evidence of physical therapy effects is limited, so it is necessary to encourage health professionals to conduct quality research in this field, suggesting BECAUSE OF THE LATEST DEVELOPMENTS IN NEUROSCIENCE RESEACH that this falls within the FIC and to focus CNS plasticity.

Key words: Cerebral Palsy, Physical therapy, adult, neuronal plasticity, motor control, bobath therapy, perfetti, treadmill trainig, isokinetics, constraint-induced.

INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral (PC) no se considera como una sola entidad, sino más bien un grupo de varios síndromes. Se trata de un grupo permanente de trastornos del desarrollo, del movimiento y la postura (Franki I. et al, 2012), que causan limitación en la actividad de la persona, y que se atribuyen a los disturbios no progresivos que ocurrieron en el desarrollo del feto o del cerebro del niño. Los trastornos motores de la PC son a menudo acompañados por perturbaciones de la sensación, de la cognición, la comunicación, percepción, comportamiento, epilepsia y problemas secundarios del aparato locomotor (Maeland S. et al, 2009).

Algunos de los síntomas que pueden generarse en la persona son: contracturas, aumento de espasticidad, problemas de postura, debilidad muscular, dolor, deterioro de la condición física y disminución de la resistencia. Todos estos factores pueden conducir a una pérdida de capacidad, a dificultades de transferencia de uno mismo, adoptar actitud pasiva (Jeglinsky I. et al, 2010), a una pérdida de la calidad de vida, una disminución de la participación y a un decremento de salud en la vida adulta (Slaman J. et al, 2012).

La PC es una patología crónica, y actualmente muchas personas con PC viven hasta edades avanzadas (Aisen ML. et al, 2011), pero el principal foco de rehabilitación se da en los niños. Los adultos tienen menos servicios, suelen tener restringidas posibilidades de participación y el deterioro progresivo y pérdida funcional se hace más patente a medida que aumenta la edad (Jeglinsky I. et al, 2010). A medida que la esperanza de vida de las personas con PC aumenta, las terapias deben ser desarrolladas para atender las necesidades de adultos mayores con discapacidad (Aisen ML. et al, 2011).

Las personas con PC se clasifican y homogeneizan dentro de la heterogeneidad existente de acuerdo a su independencia funcional en la función motora gruesa (GMFCS). Ésta se basa en el movimiento que la persona inicia voluntariamente con énfasis de sedestación, transferencias o movilidad. (Giannasi LC. et al, 2012).

La revisión que vamos a realizar ya tiene un precedente en la publicada en el año 2010 (Jeglinsky I. et al, 2010), donde se recopilaban los estudios realizados hasta marzo de

2009 sobre Intervenciones de fisioterapia para la parálisis cerebral en adultos. Los resultados sobre los tratamientos que se obtuvieron:

- **EL entrenamiento de fuerza**, se trabajó con entrenamiento de resistencia progresiva. Los resultados fueron contradictorios: unos estudios no encuentran que tenga resultado en la marcha; otro encuentra que paso, longitud, cadencia y 3 minutos de velocidad mejoran tras entrenamiento de fuerza; y en otros tres estudios no se observó ninguna mejora.
- **El ejercicio físico aeróbico** y su efecto en la resistencia, fuerza, función de motricidad gruesa y la autopercepción se analizó en dos estudios. Ninguno de los dos fue de alta calidad metodológica. Los resultados positivos logrados no daban ningún nivel de evidencia.
- **EL ejercicio de vibración** se analizó en un estudio controlado aleatorizado de alta calidad metodológica, que evaluó el efecto sobre la espasticidad, la fuerza muscular y el rendimiento motor. Los resultados mostraron una disminución de la espasticidad, incremento en fuerza muscular y en la capacidad motora.
- **EL rango de movimiento pasivo** se analizó en un estudio. Los resultados no mostraron consistencia.
- **EL ejercicio acuático** se evaluó en un estudio. Fue significativo el cambio en el rango de movimiento, pero el estudio no llegó a ningún nivel de evidencia.

Otros estudios explican que la evidencia de la investigación sobre la seguridad y eficacia del ejercicio acuático en niños y adolescentes con PC es limitado y se debe estudiar su beneficio en todos los niveles de la GMFC, sobre todo en los últimos niveles (Gorter JW. et al, 2011). La resistencia al movimiento causa elongación que induce a ajustes más rápidos de los mecanorreceptores y contribuye a la propiocepción (Park J. et al 2011).

Dos de las dificultades de las personas adultas con PC son las actividades y participación, definidas en la CIF, desarrollada por la O.M.S. Cada vez más estudios científicos tienen en cuenta el marco de la CIF para sus investigaciones. En esta revisión hemos intentado darle un enfoque desde la CIF a las intervenciones realizadas en personas con PC (Wittenberg GF., 2009).

Parte de la recuperación del cerebro adulto es espontánea y otra es resultado de la experiencia, incluyendo intervenciones como la terapia física, que probablemente potencia y activa los cambios en la estructura y función del cerebro. No hay prácticamente literatura sobre los cambios fisiológicos en los cerebros de los niños o adultos con PC (Wittenberg GF., 2009).

Los avances de la neurociencia sugieren que el sistema nervioso central tiene plasticidad y el potencial para reorganizarse durante toda la vida (Fidias E. et al, 2008). Estudios en primates y humanos sugieren que la plasticidad depende de la actividad que se coloque en el cortex motor. El concepto de que ejercicios intensos y específicos aumentan la plasticidad del sistema nervioso central, y por lo tanto mejoran la recuperación motora, se han llevado a cabo en varias intervenciones exitosas con

pacientes con ACV agudos y crónicos, en tratamientos de terapia de movimiento inducido por restricción; en tratamiento en cinta caminadora con el peso del cuerpo apoyado; en actividad asistida por robot. Se necesitarían mas ECA para proporcionar una evidencia base (Aisen ML. et al, 2011).

Otros artículos también ratifican esta idea. Numerosos estudios han demostrado cambios en la fisiología del cerebro después de una variedad de métodos de rehabilitación en el ACV, pero no encontramos estudios hechos en PC. La restricción al movimiento inducido y la práctica a movimiento inducido por robot, han sido aplicadas a niños con PC con resultados prometedores en neuroplasticidad. Y hay razón para suponer que la ventana de la intervención puede extenderse a los adultos con PC. La plasticidad debe estar presente en los adultos con PC tal como está en adultos con ACV. (Wittenberg GF., 2009). La plasticidad o capacidad de aprendizaje está presente en la vejez, incluso en ancianos nonagenarios, pero esta plasticidad disminuye a través del proceso normal de envejecimiento (Fernández R. et al, 2011).

Muchas de las investigaciones actuales en PC van dirigidas a la neuroplasticidad (Bergado JA. et al 2000), y otras muchas comienzan a usar la CIF como marco conceptual, teniendo en cuenta la importancia de las actividades y la participación de estas personas en el entorno. Por todo esto, creemos importante que también los tratamientos de fisioterapia vayan dirigidos a realizar cambios en la neuroplasticidad, con el objetivo de mejorar las estructuras y función de estas personas, para promover una mayor participación en su entorno, mayor actividad y, por tanto y como último fin, promueva la mejora en la calidad de vida de los jóvenes y adultos con PC (Jeglinsky I. et al, 2010).

METODOLOGÍA

Objetivos

El objetivo de esta revisión sistemática es identificar los tratamientos de fisioterapia que tienen evidencia científica, disponibles para jóvenes y adultos con PC. También analizaremos los distintos niveles de eficacia que tienen según los niveles de la GMFC, enmarcando los resultados dentro de la CIF como marco que engloba todos los ámbitos de la persona y si se trata de un tratamiento que crea neuroplasticidad en el SNC.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda de los artículos sobre tratamientos de fisioterapia en adultos y jóvenes con PC se realiza en las bases de datos electrónicas: Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (Pedro) y Cochrane library. Los términos clave que se utilizaron en la búsqueda fueron inicialmente Cerebral Palsy, Physical therapy, adult, y neuronal plasticity. En un segundo momento se incrementaron los términos de búsqueda, utilizando términos más específicos como motor control, bobath therapy, perfetti, treadmill trainig, isokinetics y constraint-induced, para disminuir así el riesgo de dejar artículos sin revisar.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos los artículos originales publicados en revistas científicas entre marzo de 2009 hasta abril de 2013, sobre tratamientos de fisioterapia en jóvenes y adultos con PC. La fecha a partir de la que se fija la búsqueda la marca la última fecha de búsqueda de la revisión sistemática que tomamos como previa a nuestra búsqueda (Jeglinsky I. et al, 2010). Está revisión realizó un estudio de los métodos de fisioterapia en adultos con parálisis cerebral, con lo que pareció interesante tomarla como punto de partida en nuestro estudio. De igual modo se estima analizar los tratamientos de fisioterapia que producen neuroplasticidad del SNC, tema éste no valorado en la revisión anterior.

Se seleccionan únicamente artículos en inglés y español, que fuesen ensayos clínicos aleatorizados. Debido a que se encontraron escasos artículos de calidad, específicos de adultos, ampliamos la búsqueda a jóvenes. La población que se selecciona son jóvenes y adultos con parálisis cerebral (el estudio que más jóvenes considera a los adolescentes ha sido con 13 años). No se han tenido en cuenta los tratamientos con toxina botulínica e intervenciones quirúrgicas, ni aquello que eran destinados a niños, otras disciplinas de la salud y otros temas relacionados con la PC en jóvenes y adultos que no se relacionasen con nuestra búsqueda.

Extracción de datos

Se realiza una revisión manual y se lee el título de 1299 artículos, de los cuales se entra al abstract de aquellos cuyo título puede ser de interés en la búsqueda. Basado en el título y resúmenes de los artículos, en la primera selección se cogieron 95 artículos. De éstos, todos los que no cumplían con los criterios de inclusión o no eran ensayos clínicos se retiraron para el análisis de resultados y el desarrollo de la revisión propiamente dicha. Un total resultante de cuatro artículos se incluyeron en el estudio, (Chrysagis N. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2012), (Wade W. et al, 2012), (Maeland S. et al, 2009), (Kim SJ. et al, 2011). Se revisa toda la bibliografía de los artículos de que se dispone, y se encuentra un nuevo ECA que cumple los criterios de selección, con lo que se añade al grupo de artículos. Un diagrama de flujo del proceso de selección se muestra en la figura 1.

Recolección de los datos

Se leyó el texto completo de todos los artículos seleccionados. Se extrajeron los siguientes datos de todos los artículos: nombre del artículo, tipo de estudio, quién lo realiza, objetivo, número de pacientes, criterios de inclusión y exclusión, edades de los pacientes, tipo de intervención que se realiza, frecuencia y duración de la intervención, duración del seguimiento, método de evaluación, sumario de resultados, conclusiones, si el tratamiento produce neuroplasticidad, si se ha clasificado a los pacientes según la GMFC y si se ha utilizado como marco del estudio o de los resultados la CIF. Los datos obtenidos de los diferentes artículos, al no ser homogéneos en todos ellos por haber tomado diferentes criterios de medición, no permiten la realización de un metaanálisis. Los datos obtenidos se utilizan para realizar el apartado de resultados y para realizar tablas de resultados que faciliten la comprensión de la revisión.

Clasificación de los resultados

La clasificación de los resultados y la clasificación del nivel de evidencia se llevó a cabo por un alumno de 4º Curso de Grado en Fisioterapia. Todos los pasos del proceso de la revisión sistemática son supervisados por una directora que guía el desarrollo del Trabajo Fin de Grado.

Se clasifican los resultados de la intervención según el marco de la CIF: estructura y función corporal, las actividades y la participación, factores personales y factores ambientales. Las estructuras corporales se definen como las partes anatómicas del cuerpo, tales como los órganos, las extremidades y sus componentes. Las funciones corporales son las funciones fisiológicas de los sistemas corporales. Actividades es la realización de una tarea o acción por un individuo. Participación es la participación en una situación de la vida. Los factores ambientales constituyen el entorno físico, social y actitudinal en el que las personas conducen sus vidas. Ellos pueden ser vistos como facilitadores (influencia positiva) o barreras (influencia negativa). Los factores personales son el fondo personal de la vida del individuo y de la vida (sexo, raza, edad y otros condicionantes de salud) (Palisano R. et al, 1997)

También analizaremos si a la hora de realizar el estudio se tiene en cuenta la independencia funcional de cada persona aplicando la GMFC, para así intentar agrupar de manera homogénea una realidad muy heterogénea como es la PC (Palisano R. et al, 1997). Esta escala se basa en el movimiento que la persona inicia voluntariamente con énfasis de sedestación, transferencias o movilidad. La clasificación se hace según la edad (0-2; 2-4; 4-6; 6-12 años), en cinco niveles funcionales. (Giannasi LC. et al, 2012). Estos van desde nivel I, que tiene el más alto nivel de función y el nivel V que tiene el más bajo. 7. (Maeland et al, 2009). Esta clasificación se asocia con la discapacidad, pero no indica un nivel individual de actividad física o de participación (Gorter JW. et al, 2011).

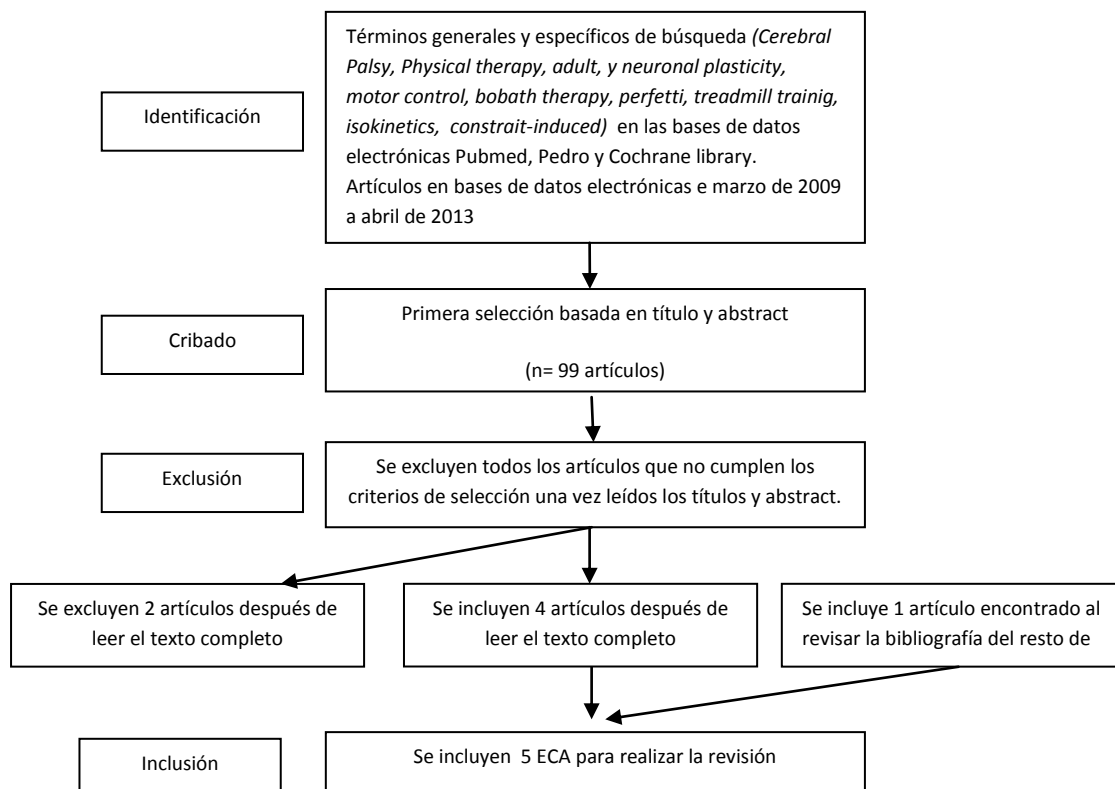


Figura 1. Proceso de selección de

Nivel de evidencia

Se calificaron los cinco estudios controlados aleatorizados seleccionados, de acuerdo a su nivel de pruebas, utilizando el sistema CASPe (critical appraisal skills programa), desarrollado por el equipo CASP en Oxford y adaptado por el equipo CASP español, para entender la evidencia sobre la eficacia clínica. Se trata de un test con once preguntas que orientan sobre las características metodológicas y la calidad de evidencia que aporta el estudio. En primer lugar se analiza si son válidos los resultados del ensayo, preguntando si el ensayo clínico se orienta a una pregunta claramente definida (define la población de estudio, intervención realizada y los resultados considerados); si la asignación al tratamiento se realiza de manera aleatoria; si fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él (se hizo seguimiento completo y se analizó a los pacientes en el grupo que fueron asignados); si se mantienen ciegos los tratamientos, pacientes, clínicos y el personal del estudio; si son similares los grupos al comienzo del ensayo (edad, sexo..., etc.); y si al margen de la intervención, los grupos son tratados de igual modo. El siguiente apartado valora los resultados, preguntando sobre el efecto del tratamiento (qué resultados se miden y qué estimadores se usan); y cómo es la precisión de la estimación del efecto del tratamiento (cuáles son los intervalos de confianza). Por último, se valora si pueden ayudarnos estos resultados que obtiene el estudio, analizando si pueden aplicarse los resultados en otra población local; si se tienen en cuenta todos los resultados de importancia clínica; y si los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes. Con la comprobación se marca el potencial del diseño de un estudio de investigación para controlar los factores, aparte de la intervención, que pueden afectar al resultado observado.

Calidad de los estudios

La evaluación de la calidad de los estudios se ha realizado con el programa de lectura crítica CASPe. Los cinco estudios utilizados para analizar los resultados son de alta evidencia científica, ya que todos ellos son ensayos clínicos aleatorizados, uno de ellos (Maeland S. et al, 2009) con doble ciego, en el resto no se especifica. La validez y evaluación de los estudios se realizó por un único evaluador supervisado por una directora de trabajo.

RESULTADOS

En la búsqueda inicial en las bases de datos con las palabras clave antes mencionadas, se encontraron 1299 artículos de los cuales se leyó el nombre, y sólo en los 99 artículos que resultaban interesantes con el tema de estudio se leyó el abstract. De éstos, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron seis artículos, de los cuales: dos se encontraron gratuitamente en las revistas que tiene suscrita la biblioteca de la Universidad de Cantabria, uno se encontró de forma gratuita en internet, otro se solicitó a la autora y le envió para incorporarle a la revisión, y los dos restantes se compraron por intercambio bibliotecario en la biblioteca de la Universidad de Cantabria. Tras la lectura completa de los artículos, dos se retiraron por no ser específicos del tema de estudio. También se procede a la revisión de la bibliografía de los artículos disponibles y se encuentra un nuevo ensayo clínico aleatorizado

interesante en nuestro trabajo y que cumple los criterios de inclusión, el mismo se compra en el servicio de intercambio bibliotecario en la Universidad de Cantabria. Los ensayos clínicos aleatorizados que vamos a comentar en este apartado de resultados se recogen en el apartado de Bibliografía (Chrysagis N. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2012), (Wade W. et al, 2012), (Maeland S. et al, 2009), (Kim SJ. et al, 2011).

Realizando un análisis global conjunto de los cinco ensayos clínicos aleatorizados, observamos que uno es aleatorio doble ciego (Maeland S. et al, 2009), el resto no lo especifican. En todos los estudios se utilizan herramientas de evaluación fiables y válidas. Las intervenciones y los resultados fueron adecuadamente descritos en todos los estudios. La participación de las personas en los estudios fue constante, aunque en un estudio (Wade W. et al, 2012) abandonaron seis de los diecinueve pacientes que habían sido seleccionados, y en otro (Wade W. et al, 2012) la participación de algunos usuarios fue irregular, ya que dependían de la disponibilidad de miembros de su familia para llevar a cabo el trabajo.

Los cinco ensayos se orientan a una pregunta clara, definiendo la población que valoran, la intervención que se realiza y los resultados obtenidos. En todos ellos la asignación de los pacientes a los tratamientos se realiza al azar. Cuatro de los cinco estudios fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio, ya que el seguimiento fue completo y los pacientes se analizan en el grupo al que fueron aleatoriamente asignados. En uno de los estudios (Wade W. et al, 2012) empezaron el estudio diecinueve participantes y le terminaron únicamente trece. Únicamente un estudio (Maeland S. et al, 2009) especifica que se ha realizado con doble ciego, el resto no lo detalla. No todos los grupos fueron similares al comienzo, ya que dos de los estudios sí tuvieron el mismo número de participantes en el grupo de intervención y en el control, pero por otro lado un estudio (Wade W. et al, 2012) no lo especifica y otros dos tienen diferente número de participantes (Kim SJ. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2011). En lo referente a la homogeneidad de los participantes: dos estudios (Chrysagis N. et al, 2012), (Maeland S. et al, 2009) utilizan pacientes con un nivel I a III en la GMFC; otro estudio (Wade W. et al, 2012) utiliza pacientes con un nivel GMFCS IV y V; y los dos últimos estudios (Kim SJ. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2011) no lo especifican. En todos los estudios, al margen de la intervención en estudio, los grupos fueron tratados de igual modo. Todos los estudios realizan una medición de resultados y los aportan de manera clara y comprensible. Todos los estudios en sus resultados aportan los intervalos de confianza conseguidos. Todos los estudios se pueden extrapolar y realizar en otros lugares, ya que se explican de manera adecuada y detallan las características de los pacientes a los que se les aplica, excepto dos estudios (Kim SJ. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2011) que no detallan las características concretas, no identificando a qué nivel pertenecen de la GMFC. Ninguno de los estudios tiene en cuenta la CIF a la hora de realizar análisis y obtener resultados. Sólo tienen en cuenta las estructuras y funciones y no analizan las actividades y la participación. Únicamente un estudio, (Wade W. et al, 2012) en el apartado discusión apunta que "el tratamiento se basa en una actividad divertida y motivadora para la persona". En los cinco estudios, desde el punto de vista del evaluador, los beneficios a obtener por el estudio justifican los riesgos y costes de desarrollo del mismo.

Para una más fácil lectura de los resultados obtenidos en los estudios por parte de los lectores, los vamos a agrupar según el contenido de los mismos, así tenemos cuatro artículos (Chrysagis N. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2012), (Maeland S. et al, 2009), (Kim SJ. et al, 2011) que estudian la marcha, y un artículo (Wade W. et al, 2012) que estudia la postura de la persona.

La marcha

De los artículos seleccionados, cuatro de ellos (Chrysagis N. et al, 2012), (Kim SJ. et al, 2012), (Maeland S. et al, 2009), (Kim SJ. et al, 2011) estudian la marcha. Entre los cuatro estudios tienen setenta y seis participantes. La duración de las intervenciones fue una media de seis semanas con tres sesiones por semana.

Un estudio (Chrysagis N. et al, 2012) comparó el efecto del entrenamiento en cinta de correr sobre la marcha, la velocidad al caminar y la espasticidad. Se hace con pacientes GMFC I-III con diagnóstico de PC espástica (tetraplejia y diplejia) que tienen capacidad de caminar con o sin ayuda, y de seguir instrucciones sencillas (comandos); que no han tenido intervenciones quirúrgicas en los últimos doce meses, no han tenido toxina botulínica en los últimos seis meses y no tienen enfermedades cardiovasculares ni epilepsia incontrolada. El estudio se realiza sobre veintidós participantes (once en el grupo de intervención y once en el grupo control), que tienen un rango de edad entre los trece y diecinueve años. Los resultados se evalúan a través de mediciones de caminar, con la función motora gruesa como resultados primarios y la espasticidad como resultado secundario. El entrenamiento del grupo experimental se basa en un calentamiento con estiramientos, un entrenamiento de caminar en la cinta sin apoyo de peso corporal con una velocidad cómoda, durante un máximo de treinta minutos por sesión y una fase de enfriamiento con estiramientos. Los resultados obtenidos tuvieron un valor $p=0.05$, por lo que se considera adecuado nivel de significación. En los resultados se encuentran datos significativos en la mejora de la velocidad de la marcha y la función motora gruesa, no así en la espasticidad. No se produjeron abandonos, la media de velocidad en la cinta se incrementó de 1.76 Km/h en el comienzo a 3.00 Km/h al final del programa. El tiempo invertido de recorrido varió de una media de 16.43 minutos al inicio a una media de 27.45 minutos al final. El análisis de la covarianza reveló que después de doce semanas en la cinta, había diferencias significativas entre los dos grupos respecto a la GMFC y velocidad de la marcha seleccionada por cada persona para andar. En ambas comparaciones el grupo experimental tuvo mejores resultados.

El segundo 4. (Kim SJ. et al, 2012) estudio, investiga los efectos de la estimulación auditiva rítmica (repetición de un estímulo auditivo regular que afecta a la regulación del movimiento) en los patrones de marcha en comparación con los cambios después del tratamiento en neurodesarrollo (NDT/Bobath). Para ello se reclutan veintiocho pacientes con parálisis lateral bilateral con espasticidad, sin déficit de audición, capaces de caminar de forma independiente al menos 10 metros sin ayuda y capaces de caminar al escuchar una orden. Se asignan al azar trece personas al grupo de tratamiento y quince al grupo de control. Realizan la actividad tres sesiones por semana durante 30 minutos. En el grupo de entrenamiento el participante camina descalzo a lo largo de una pasarela de 10 metros en tres ocasiones a la velocidad que la persona quiera, mientras se realiza una estimulación auditiva llevada por

musicoterapeutas, y se calcula la cadencia de la marcha (pasos/minuto) La medición se realiza con análisis de medidas repetidas en un laboratorio de la marcha humana, analizándose los datos temporales, cinemáticos en pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie, y el índice de desviación de la marcha antes y después de la intervención. Como resultado del estudio se obtuvo que la estimulación auditiva rítmica aumentó significativamente cadencia, velocidad de caminar, longitud de zancada y longitud de paso con un nivel de confianza ($p < 0.05$). También se mejora la inclinación anterior de la pelvis y la flexión de la cadera durante el ciclo de la marcha. El tratamiento de neurodesarrollo demostró que las rotaciones internas y externas de la cadera han mejorado significativamente, mientras que la estimulación auditiva rítmica mostró agravada la rotación interna máxima en el plano transversal ($p < 0.05$). La estimulación auditiva rítmica, regula el sistema motor y proporciona una señal para la activación muscular en los movimientos rítmicos de las piernas y produce cambios en el patrón de marcha inmediatos. Se cambia especialmente la cinemática en la cadera y en la pelvis, se reduce la desviación de la marcha patológica, induce una mayor velocidad y una variabilidad menor durante la marcha.

Otro artículo, (Maeland S. et al, 2009) estudia el efecto que tiene sobre la función de la marcha el ejercicio de resistencia progresiva. Participan adultos mayores de dieciocho años con PC diplejia espástica, entre nivel I-III en la GMFC, que experimentan dificultades para caminar, pero son capaces de caminar seis minutos con o sin apoyo mínimo de una persona. Se excluye a los que han participado en programas de entrenamiento de fuerza en miembros inferiores en el último año y que tengan trastornos cognitivos graves. El ensayo fue un estudio controlado aleatorizado doble ciego. El grupo de entrenamiento realiza un programa de ocho semanas que consta de diez minutos de calentamiento en una bicicleta estática o en cinta de correr y posteriormente realiza un programa a través de la máquina SLP, que realiza 15 RM , 6 RM y 4RM, pidiéndoles que realizasen extensión de rodilla lo máximo posible, descansando entre tandas tres minutos sin levantarse de la máquina. La medida de resultados primarios se realizó con la prueba de seis minutos de marcha (TC6). Para el resultado secundario se utilizaron medidas para evaluar los cambios en otras funciones y tareas de la fuerza muscular del deterioro subyacente, como es la prueba de paseo de diez metros; el TST que es ponerse de pie en prueba cronometrada, que es una prueba funcional de fuera de las extremidades inferiores, subir escaleras y bajarlas lo más rápido posible, agarrándose al pasamanos si es necesario. La altura era de nueve peldaños; la fuerza muscular isocinética se midió en los músculos extensores de la rodilla. No hubo diferencias iniciales entre los grupos en todas las medidas de resultados. El grupo de entrenamiento caminó más rápido que el grupo control y el grupo control completó la TST en el tiempo más corto que el grupo entrenamiento. No hubo ningún cambio significativo o diferencia en el cambio entre los grupos en ninguna de las medidas de resultado desde el inicio hasta la octava semana. La prueba SLP mostró un aumento significativo en la carga de ejercicio después de ocho semanas de entrenamiento. No hay efectos adversos. Los resultados nos indican que no hay cambios significativos entre los grupos. Este estudio muestra que los adultos con PC, participando en un PRE durante ocho semanas no mejoran su marcha, fuerza funcional de las extremidades inferiores o fuerza isocinética de cuádriceps. No hubo mejoría significativa en ninguna de las medidas de resultado secundarias. El hecho de que ni la fuerza muscular funcional ni el músculo isocinético de energía mejore

significativamente en el grupo de entrenamiento puede apoyar el concepto de especificidad en el entrenamiento, pero también puede ser que el programa aplicado no le genere aumento de fuerza muscular, la duración no sea suficiente o la intensidad no adecuada (pero las directrices para grupos específicos no están disponibles, sólo están las directrices para individuos sanos). Con lo marcado en este entrenamiento, individuos sanos sí hubiesen tenido un aumento de la fuerza muscular.

El último estudio (Kim SJ. et al, 2011) evalúa los cambios en los patrones de marcha con la estimulación auditiva rítmica (RAS). Se seleccionó a catorce personas con PC con espasticidad bilateral, que son ambulatorios y hospitalizados como pacientes para el grupo de intervención. Se escogieron sin déficit auditivo y capaces de caminar de manera independiente por lo menos diez metros, sin un andador o ayudante, y que fuesen capaces de comprender el comando para caminar después de la estimulación auditiva rítmica. Para el grupo control se cogieron treinta personas sanas. La edad de las personas que participan está en un rango de edad entre quince y treinta y ocho años. El procedimiento de estudio consiste en que la persona anda por una pasarela de diez metros tres veces en la velocidad de marcha que seleccione, acompañada por una estimulación auditiva rítmica jugando un patrón rítmico sencillo. Las mediciones que se toman son datos temporales y datos cinemáticos de la pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie, con presencia y ausencia de estimulación auditiva rítmica. También se realizaron grabaciones tridimensionales con cámara Vicon de sistema de análisis del movimiento, grabando la cinemática que describe el movimiento espacial del cuerpo durante la marcha. Los resultados que se obtienen son que la inclinación anterior de la pelvis y la flexión de la cadera durante el ciclo de la marcha fue cambiado significativamente con estimulación auditiva rítmica ($p < 0,05$), mientras que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la rodilla, el tobillo y el pie parámetros cinemáticos. Caminando con RAS dio lugar a cambios cinemáticos del movimiento pélvico y cadera en parálisis cerebral espástica. Especialmente, la aplicación de RAS inmediatamente mejora la marcha patología general, por lo que puede ser una herramienta importante para la parálisis cerebral espástica, y es significativo en términos de lograra cambios adaptativos en los patrones cinemáticos de estas personas.

La postura

De los artículos seleccionados, uno de ellos (Wade W. et al, 2012) estudia la postura. El estudio tiene trece participantes de cinco a dieciséis años, con PC con niveles IV y V de la GMFC y con un nivel III o más en la escala de Chaley de la capacidad de estar sentado en posición simétrica y en equilibrio, usando la ayuda de sus manos para dar estabilidad. Además requieren habilidad visual auditiva para seguir los juegos de ordenador. Los participantes se asignan al azar. La duración de las intervenciones fue de seis meses. Se les da a los participantes un colchón que contiene un asiento plataforma que detecta en movimiento en el centro de presión (es mejor que se coloque en una silla normal, si no se pondrá en la silla del participante). Dicha plataforma se conecta a un ordenador y podría ser utilizado en lugar del joystick para controlar el movimiento del equipo. Dicha plataforma se usa con unos juegos de controlar una serie de personajes y actividades que aparecen en pantalla. Los participantes tienen que cambiar su centro de presión a través de los movimientos del tronco mientras están sentados en la plataforma. La sensibilidad de los movimientos

se ajustó para cada niño. El niño puede elegir a qué juegos jugar durante todo el estudio, de todos los disponibles. Lo que se busca es examinar si la capacidad de sentarse puede mejorarse mediante el uso de juegos de ordenador. Las mediciones se realizan midiendo la capacidad que la persona tiene de estar sentado; los instrumentos de medición que se usaron fueron el Chailey, que mide los niveles de habilidad indicadores de carga de apoyo, posición cintura escapular, posición cintura pélvica, perfil de columna vertebral, posición de la barbilla, posición del tronco, posición de la cadera y posición de las extremidades superiores y el indicador SACND que mide el control postural sentado en personas con discapacidad neuromotora. En los resultados se comparan los resultados para el nivel Chailey entre el periodo de intervención y periodo de control. Se encuentran diferencias significativas cuando miramos la posición del hombro y el perfil de la columna vertebral ($p < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas cuando se mira la capacidad de estar y en la puntuación global. Para el SACDN, se vieron diferencias significativas cuando se mira en las puntuaciones globales para descansar y llegar ($p < 0.05$). También se vieron diferencias significativas en los componentes de los movimientos y reacciones posturales asociadas (APR: indica la presencia de movimientos no intencionados, por ejemplo los espasmos) durante la fase de reposo y por tanto la calificación de la estabilidad proximal y extensión de la pierna durante la fase de alcance ($p < 0.05$). Se vieron mejoras estadísticamente significativas en dos elementos de "box sitting", usando los niveles Chailey, y en cinco elementos de la sesión SAND en alcance y reposo.

Dentro de los resultados, parece interesante evaluar que ninguno de los estudios utiliza el marco de la CIF a la hora de desarrollar la metodología del estudio, ni plantear los resultados. Generalmente, se tiene en cuenta en los estudios que se realizan las estructuras y funciones de la persona, y actualmente se empiezan a valorar sus actividades y participación queriendo tener en cuenta la globalidad de la persona. Esta filosofía de investigación científica dentro del campo de la Fisioterapia es interesante que avance hacia el concepto holístico de la persona, ya que así lo planteó la OMS al desarrollar la CIF. Únicamente un estudio (Wade W. et al, 2012) dentro de su apartado de discusión plantea que el tratamiento es una actividad divertida y motivadora para la persona, con lo que tiene en cuenta este aspecto.

Dentro de los resultados aportados por estos estudios, ninguno de ellos valora el efecto sobre la neuroplasticidad del SNC que tienen los tratamientos desarrollados. Este aspecto sería recomendable que se valore en la investigación científica, ya que actualmente somos conocedores de lo importante que es trabajar sobre el sistema nervioso para mejorar las capacidades de la persona, especialmente en el campo de la Neurología.

1º autor Año	N I/C	Rango edades	Distribución sexos M/F	Tip de PC I/C	GMFC	Intervención I/C	Frecuencia entrenamiento	Lugar donde se realiza
Chrysagis 2012	22 11/11	13-19	13 y 9	PC espástica (tetraplejia y diplejia)	Nivel I-II: 14 Nivel III: 8	I: Cinta de correr sin apoyo C: Fisioterapia convencional	13 semanas, 3 veces por semana	Escuela especial, personas con discapacidad física
Kim 2012	28 15/13	Media de edad 27,3 años	.....	PC	.....	I: Estimulación auditiva rítmica C: Tto neurodesarrollo/Bobath	3 semanas, 3 veces por semana 30 min.	Pacientes internos y externos de un hospital
Wade 2012	13 13/13	5 y 16	5 y 16	PC	Nivel IV-V	I: Juego de ordenador con plataforma donde se sientan. C: No hacen nada	3 meses	Escuela de salud de Londres
Maeland 2009	12 6/6	>18	.....	PC diplejia espástica	Nivel I-III	I: Calentamiento y repeticiones RM C: Sigue con tratamiento normal	8 semanas	Suunas hospital de Rehabilitación de Noruega
Kim SJ	44 14/30	>18	.....	PC espasticidad bilateral	.....	I: Estimulación auditiva rítmica C: Sin tratamiento	3 meses, 3 veces por semana	.....

Tabla 2: Características de los pacientes e intervención

DISCUSION

Esta revisión sistemática recoge información sobre la efectividad de estrategias terapéuticas en personas jóvenes y adultos con parálisis cerebral. Un total de cinco artículos fueron incluidos en este análisis. Estas cifras demuestran que la investigación de alta calidad en PC en adolescentes y adultos es muy escasa y lo poco que hay está muy enfocado a la marcha. Creemos que sería conveniente contar con información actualizada o guías actualizadas a las que se pueda acudir desde la Fisioterapia, donde se englobe a la persona dentro de sus múltiples dimensiones utilizando la CIF, y donde se evidencie que terapias son más beneficiosas en este grupo, cuáles generan plasticidad en el SNC y cuáles de las que estamos haciendo no cuentan con evidencia científica por el momento.

La evidencia de la efectividad de la intervención depende de varios factores, tales como la validez interna de los resultados, el número de estudios y número de participantes, la consistencia de los resultados y la confianza de que los efectos deseables de una intervención superan los efectos indeseables. Los estudios utilizados han sido de calidad ya que se trata de ensayos clínicos aleatorizados que cumplen los criterios, siendo únicamente uno de ellos un estudio doble ciego. Los trabajos analizados describen ampliamente los resultados obtenidos, quedando en ocasiones limitaciones en el desarrollo metodológico como puede ser la descripción más detallada de los grupos control, el intervalo y duración de las sesiones y el detallar el nivel de GMFC al que se destina el estudio. Además los tiempos de intervención de los estudios es corto y el número de individuos en los estudios es bajo y el global de conjunto de esta revisión también lo es.

Ningún efecto adverso sobre las estrategias aplicadas se muestra en ninguno de los estudios. Los estudios sólo evaluaron los resultados obtenidos en estructura y función corporal no teniendo en cuenta las actividades y la participación, y debemos tener en cuenta que la CIF proporciona un buen modelo para evaluar la efectividad de diferentes intervenciones de fisioterapia en PC.

La marcha es el aspecto más estudiado por los autores de esta revisión, indicándose que la **cinta rodante** puede mejorar la función motora y la velocidad de la marcha, sin provocar un efecto adverso sobre la espasticidad; esto puede aportar un efecto de mejora en la puntuación GMFC de la persona, y en la persona globalmente. Los resultados de este estudio apoyan la teoría del aprendizaje motor a través de las tareas específicas y de la repetición de movimientos. También indican que el aumento de la fuerza muscular y la resistencia pueden haber contribuido a la mayor velocidad de la marcha y en general a la capacidad de caminar (Chrysagis N. et al, 2012). Otros estudios encontrados explican los beneficios de añadir a la cinta rodante un entorno virtual. La incorporación de un entorno virtual en el entrenamiento en cinta rodante restaura el flujo óptimo de movimiento hacia adelante y puede aumentar la inmersión en la actividad, aportando informaciones visuales sobre el movimiento relevante e importante para la mejora de los patrones de caminar. Para las personas que se recuperan de un accidente cerebrovascular en una pasarela rodante con un sistema integrado de entorno virtual, ha aumentado la velocidad de paso, la resistencia y la participación en la comunidad 10. (Feasel et al, 2011). Otro autor propone la mejora de la marcha a través de la **estimulación rítmica auditiva**. Con el tratamiento de estimulación auditiva, los parámetros temporales de la marcha, cadencia, velocidad, longitud de zancada y longitud de paso se incrementaron significativamente después de las tres semanas de entrenamiento de la marcha, mientras que tiempo de paso y tiempo de zancada disminuyeron significativamente ($p < 0.05$). Por tanto, estimulación auditiva rítmica regula el sistema motor y proporciona una señal para la activación muscular en los movimientos rítmicos de las piernas y produce cambios en el patrón marcha inmediatos. Se cambia especialmente la cinemática en la cadera y en la pelvis, se reduce la desviación de la marcha patológica, induce una mayor velocidad y una variabilidad menor durante la marcha. El aumento de la velocidad de la marcha y una mejor forma de andar puede ser útil para los adultos con parálisis cerebral, ya que suelen experimentar una disminución del estado funcional constante después de completar el desarrollo motor, también experimentando fatiga y dolor (Kim SJ. et al, 2012). Especialmente, la aplicación de estimulación auditiva rítmica, mejora de manera inmediata la marcha general patológica, así como la asimetría tiempo-espacio en el hogar. Por lo tanto, la estimulación auditiva, puede ser una de las herramientas terapéuticas para el entrenamiento de la marcha en adultos con PC (Kim SJ. et al, 2011). El último autor que trabaja la marcha en artículos de esta revisión analiza el efecto sobre la función de la marcha en el **ejercicio de resistencia progresiva**. Los resultados indican que un programa de alta intensidad durante ocho semanas, que consiste en SLP (Sitting leg press-presion), no tiene un efecto funcional al caminar, levantarse de una silla o subir escaleras, ni mejora en la fuerza muscular isocinética de los músculos del cuádriceps en adultos con PC diplejia. Mejoras lo que entrenas, con lo que por fortalecer unos grupos musculares concretos de la extremidad inferior, no mejoras la marcha. Para mejorar la función de la marcha el tratamiento tiene que ser individual, adaptado y funcional, dirigido a un objetivo, y específicamente centrado en la función de la marcha (Maeland S. et al, 2009). Respecto a esto, otros estudios encontrados nos indican que la fuerza muscular tiene relación positiva con la capacidad de caminar y en parámetros temporales de la marcha como la velocidad de caminar, la longitud de paso y la cadencia. Además la fuerza muscular está asociada con la espasticidad y la reducción de la amplitud de movimiento (Dallmeijer AJ. et al,

2010). Por otro lado, un estudio nos dice que en los niños y adolescentes con PC que caminan, la evidencia actual sugiere que el fortalecimiento no es eficaz, ni vale la pena, pero no es perjudicial. Los estudios futuros en la investigación del fortalecimiento muscular deben analizar a una gran cantidad de niños y adolescentes con PC, que tengan niveles más bajos de actividad, y esto sería útil para la práctica clínica (Scianni A. et al, 2009). El entrenamiento de fuerza, trabajado con entrenamiento de resistencia progresiva. Los resultados son contradictorios: unos estudios no encuentran que tenga resultado en las variables de la marcha; otro encuentra que paso, longitud, cadencia y tres minutos de velocidad mejoran tras entrenamiento de fuerza; y en otros estudios no se observó ninguna mejora(Jeglinsky I. et al, 2010).

Respecto al trabajo sobre el tronco controlado por **juego de ordenador**, Los pacientes fueron capaces de sentarse más rectos, en una menor postura cifótica y con los hombros retraídos, que teóricamente ayuda a facilitar mejor la función del miembro superior. Este estudio sugiere que las actividades que se realizan donde el foco está en el juego autoguiado, podría ser beneficioso para mejorar la capacidad de estar sentado. Es interesante que, dado que el estudio comenzó con la Nintendo Wii, una consola de videojuegos controlados por el movimiento y otros sistemas similares están siendo utilizados por profesionales de la salud y los padres en la creencia de que éstos puedan tener algún beneficio terapéutico (Wade W. et al, 2012). La tecnología en los últimos años, hace cada vez más posible ofrecer atención médica e intervenciones terapéuticas a un individuo y a la comunidad en sus lugares, y no en un entorno clínico (Brown SH. et al,2010).

A los datos obtenidos en este trabajo, debemos añadir brevemente las estrategias de fisioterapia con evidencia ya existentes, para obtener un compendio de toda la bibliografía existente. **El ejercicio físico aeróbico** y su efecto en la resistencia, fuerza, función de motricidad gruesa y la autopercepción: los resultados positivos logrados no dan ningún nivel de evidencia. **El ejercicio de vibración** muestra una disminución de la espasticidad, incremento en fuerza muscular y en la capacidad motora y evidencia moderada al caminar, después de entrenamiento ocho semanas en vibración. El **rango de movimiento pasivo** no ha obtenido pruebas con consistencia. **El ejercicio acuático** ha demostrado cambio en el rango de movimiento, pero sin mucho nivel de evidencia (Jeglinsky I. et al, 2010). Otros estudios que complementan esta información nos explican que la evidencia de la investigación sobre la seguridad y eficacia del ejercicio acuático en niños y adolescentes con CP es limitado y se debe estudiar su beneficio en todos los niveles de la GMFC (Gorter JW. et al, 2011). En anexo 1, se desarrolla tabla donde se presentan diferentes tratamientos según nivel de GMFC.

En cuanto a la evidencia sobre estrategias de fisioterapia que generan neuroplasticidad, encontramos que el concepto de que ejercicios intensos y específicos aumentan la plasticidad del sistema nervioso central, y por lo tanto mejoran la recuperación motora, se ha llevado a cabo en varias intervenciones exitosas con pacientes con ACV agudos y crónicos. Ejemplos de esto lo encontramos **en terapia de movimiento inducido por restricción**, en la que la extremidad superior más fuerte se ve obligada a forzar la práctica en el uso del brazo más débil para las tareas. También la **cinta caminadora** con el peso del cuerpo apoyado. La **realidad virtual** se ha incorporado en las intervenciones físicas para aumentar la motivación y tal vez podría

aprovechar la neuroplasticidad. La **actividad asistida por robot** puede mejorar la función del brazo en adultos con problemas de movilidad después de ACV, las mejoras parecen ser a largo plazo y mejoras que las que se consiguen con la atención habitual. La terapia robótica puede aumentar la fuerza funcional y mejorar movimientos aislados y los interfaces de realidad virtual pueden mejorar la motivación de la persona, lo que podría permitir una transferencia a las AVD (Aisen ML. et al, 2011). Existen herramientas ya creadas como la MITMANUS, que fue concebido para extender los beneficios de la terapia robótica a los movimientos espaciales del brazo, el Modelo MIT que entrena el agarrar y soltar, y el Anklebot que trabaja la articulación del tobillo dada la prevalencia del pie caído. (Krebs HL. et al, 2009). Restricción al movimiento inducido y la práctica a movimiento inducido por robot, han sido aplicadas a niños con resultados prometedores. Y hay razón para suponer que la ventana de la intervención puede extenderse a los adultos con PC, al igual que a muchos paciente con ACV crónicos han sido tratados con éxito años después del inicio (Wittenberg GF. 2009). Los avances en nuestra comprensión de la plasticidad cortical conducen al desarrollo de programas motores destinados a mejorar la función del miembro superior, más notablemente en adultos con ACV. Varios estudios también han demostrado la eficacia de la terapia de restricción inducida en niños y adolescentes con PC hemipléjica. Lo que se hace es restringir el grupo menos afecto por varias horas al día junto con tres horas de terapia específica de entrenamiento, aunque esto puede ser una barrera importante para el cumplimiento. (Brown SH. et al, 2010). Es probable que ninguna terapia única proporcione todas las respuestas para los pacientes, sino más bien combinaciones cuidadosamente ajustadas de terapias (Zafonte R. 2010)

Como limitaciones del estudio tenemos que decir que en esta revisión se utilizaron como palabras clave: parálisis cerebral, neuroplasticidad, adultos, fisioterapia, control motor, Terapia Bobath, Perfetti, entrenamiento en cinta rodante, isocinéticos, restricción inducida. No podemos asegurar que los términos utilizados para identificar las técnicas posibles hayan recogido todos los artículos de interés; sin embargo, la estrategia de búsqueda, la utilización de términos amplios y específicos y la búsqueda manual han intentado recoger toda la información existente. Otros aspectos limitadores de la investigación son: la escasa cifra de estudios sobre el tema, y los posibles errores que se hayan producido en la traducción de los artículos del inglés al español, lo que puede dar problemas de interpretación. Otro aspecto, es la falta de experiencia del evaluador en el desarrollo de trabajos de estas características y en la aplicación de escalas como la CASPe en la valoración de calidad de los artículos.

Para finalizar diremos que hay necesidad de desarrollar y estudiar las intervenciones de rehabilitación para jóvenes y adultos con PC. ¿Por qué se investiga poco en este tema? ¿Existe poco interés en el mismo, cuesta hacer un seguimiento sistemático de adultos con PC, o hay escasa financiación? La sociedad científica, y especialmente la Fisioterapia, debe interesarse y continuar la apuesta por realizar investigaciones de calidad que avalen la evidencia de su trabajo y en el campo de los adultos con PC, deben promover y continuar utilizando la CIF como marco de estas investigaciones y la investigación en neuroplasticidad del SNC puede ser su camino y gran avance.

BIBLIOGRAFIA

1. Jeglinsky I, Surakka J, Carlberg EB, Autti-Rämö I. Evidence on physiotherapeutic interventions for adults with cerebral palsy is sparse. A systematic review. *Clin Rehabil*. 2010 Sep;24(9):771-88.
2. Chrysagis N, Skordilis EK, Stavrou N, Grammatopoulou E, Koutsouki D. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012 Sep;91(9):747-60.
3. Giannasi LC, Matsui MY, de Freitas Batista SR, Hardt CT, Gomes CP, Amorim JB, de Carvalho Aguiar I, Collange L, Dos Reis Dos Santos I, Dias IS, de Oliveira CS, de Oliveira LV, Gomes MF. Effects of neuromuscular electrical stimulation, laser therapy and LED therapy on the masticatory system and the impact on sleep variables in cerebral palsy patients: a randomized, five arms clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012 May 15;13:71.
4. Kim SJ, Kwak EE, Park ES, Cho SR. Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2012 Oct;26(10):904-14.
5. Brown SH, Lewis CA, McCarthy JM, Doyle ST, Hurvitz EA. The effects of Internet-based home training on upper limb function in adults with cerebral palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010 Jul-Aug;24(6):575-83.
6. Wade W, Porter D. Sitting playfully: does the use of a centre of gravity computer game controller influence the sitting ability of young people with cerebral palsy?. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2012 Mar;7(2):122-9.
7. Maeland S, Jahnsen R, Opheim A, Frosli K, Moe-Nilssen R, Stanghelle J. No effect on gait function of progressive resistance exercise in adults with cerebral palsy. A single-blind randomized controlled trial. *Advances in Physiotherapy*. 2009; 11: 227_233.
8. Dallmeijer AJ, Baker R, Dodd KJ, Taylor NF. Association between isometric muscle strength and gait joint kinetics in adolescents and young adults with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2011 Mar;33(3):326-32.
9. Slaman J, Roebroek ME, van Meeteren J, van der Slot WM, Reinders-Messelink HA, Lindeman E, Stam HJ, van den Berg-Emons RJ. Learn 2 Move 16-24: effectiveness of an intervention to stimulate physical activity and improve physical fitness of adolescents and young adults with spastic cerebral palsy; a randomized controlled trial. *BMC Pediatr*. 2010 Nov 5;10:79.
10. Feasel J, Whitton MC, Kassler L, Brooks FP, Lewek MD. The integrated virtual environment rehabilitation treadmill system. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2011 Jun;19(3):290-7.
11. Krebs HI, Ladenheim B, Hippolyte C, Monterroso L, Mast J. Robot-assisted task-specific training in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2009 Oct;51.

12. Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Wren TA, Kay RM, Rethlefsen SA. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. *Lancet Neurol.* 2011 Sep;10(9):844-52.
13. Gorter JW, Currie SJ. Aquatic exercise programs for children and adolescents with cerebral palsy: what do we know and where do we go? *Int J Pediatr.* 2011;2011:712165.
14. Wittenberg GF. Neural plasticity and treatment across the lifespan for motor deficits in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009 Oct;51 Suppl 4:130-3.
15. Scianni A, Butler JM, Ada L, Teixeira-Salmela LF. Muscle strengthening is not effective in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy . Aust J Physiother.* 2009;55(2):81-7.
16. Kim SJ, Kwak EE, Park ES, Lee DS, Kim KJ, Song JE, Cho SR. Changes in gait patterns with rhythmic auditory stimulation in adults with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation.* 2011;29(3):233-41.
17. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Feys H, Molenaers G, Calders P, Vanderstraeten G, Himpens E, Van Broeck C. The evidence-base for conceptual approaches and additional therapies targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the ICF as a framework. *J Rehabil Med.* 2012 May;44(5):396-405.
18. Zafonte R. Neural plasticity, potential novel therapies that may enhance neural plasticity in the future, and the role these treatments may have in persons with neurologic injuries. Introduction. *PM R.* 2010 Dec;2(12 Suppl 2):S207.
19. Park J, Lee D, Lee S, Lee C, Yoon J, Lee M, Lee J, Choi J, Roh H. Comparison of the effects of exercise by chronic stroke patients in aquatic and land environments. *Journal of Physical Therapy Science* 2011 Oct;23(5):821-824.
20. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997 Apr;39(4):214-23.
21. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997 Apr;39(4):214-23.
22. Fernández R, Botella J, Zamarrón MA, Molina MA, Cabras E, Schettini R, Tárraga L. Cognitive plasticity in normal and pathological aging. *Clinical interventions.* 2011 Dec.
23. Bergado JA, Almaguer W. Mecanismos celulares de neuroplasticidad. *Rev. Neurol* 2000; 31(11):1074-1095.
24. Fidias E, León J, Bayona Y. Plasticidad neuronal, neurorrehabilitación y trastornos del movimiento: EL cambio es ahora. *Acta Neurol Colomb Vol.* 24 No. 1 Marzo 2008.

ANEXOS

Anexo 1

Nivel GMFC	TRATAMIENTO	TTO. ESPECIFICO	AUTOR
Nivel I-II	Entrenamiento de fuerza	Programa específico para extremidades superior, inferior y tronco	Unger 2006
		Entrenamiento progresivo de fuerza en extremidad inferior	Andersson 2003
		No menciona	Macphil 1995
Nivel I-III	Entrenamiento de fuerza	Calentamiento y repeticiones RM	Maeland 2009
Nivel I-IV	Entrenamiento de fuerza	Ejercicio en máquinas de peso con peso libre	Eagleton 2004
		Resistencia progresiva en entrenamiento de fuerza	Taylor 2004
Nivel I-III	Ejercicio Físico	Cinta caminar, elíptica y máquina de subir pasos	Schloug 2005
Nivel IV-V	Ejercicio Físico	Programa orientado a tareas con estaciones de trabajo	Choy 2003
Nivel I-III	Ejercicio Vibración	WBC con posición estática de pie.	Ahlborg 2006
Nivel I-IV	Rango movimiento pasivo	Ejercicios PROM	Cadenhead 2002
Nivel V	Ejercicio acuático	Shaitsu (WATSU) y Método Halliwick	Vogtle 1998
Nivel I-III	Cinta rodante	Cinta de correr sin apoyo	Chrysagis 2012
Nivel IV-V	Juegos ordenador	Juego de ordenador con plataforma para sentarse	Wade 2012

Anexo 1: Tabla obtenida de la revisión sistemática (Jeglinsky I, et al 2010) y la revisión actual que hemos realizado. En ella se presenta los estudios que se han realizado sobre distintos niveles de la GMFC y distintos tratamientos.