



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA EN LA FUNCIÓN DE LA MANO DEL NIÑO CON PARÁLISIS CEREBRAL HEMIPLEJICA

Angie V. Araque

Loren N. Méndez

Docente Tutor: Oscar E. Mateus Arias

Facultad de Salud- Fisioterapia

Universidad de Pamplona

2022



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Resumen

Las lesiones cerebrales pueden alterar el funcionamiento de la mano en niños con parálisis cerebral (PC), dificultando o incluso imposibilitando la realización de varias actividades manuales (Arnould et al., 2014). La fisioterapia juega un papel clave en el manejo de la parálisis cerebral (PC) y comprende varias intervenciones terapéuticas para mejorar los diversos resultados fisiológicos y funcionales, ayuda a los niños con parálisis cerebral a alcanzar su máximo potencial de independencia física, niveles de aptitud y mejora la calidad de vida de los niños y su familia minimizando el efecto de sus discapacidades física (Das & Ganesh, 2018). El objetivo de esta investigación es proporcionar orientación acerca de las estrategias fisioterapéuticas que se encargan de la función de la mano en el niño con parálisis cerebral hemipléjica y la importancia de esta en el desempeño bimanual, la capacidad unimanual y la habilidad manual. Para esto se realizará una revisión de la literatura utilizando las bases de datos: Google Scholar; PEDro; ScienceDirect; Scopus; Pubmed; Medigraphic; Elsevier y Scielo.

**Palabras claves:** "Cerebral Palsy" "Hand Strength" "intervention"



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Tabla de contenido

Resumen .....	2
Tabla de contenido .....	3
Introducción .....	5
Marco Teórico.....	11
Parálisis Cerebral	11
Manifestaciones Clínicas	12
Factores de Riesgo	13
Preconcepcional.	13
Prenatal.	13
Intraparto.	13
Neonatal.	14
Clasificación	14
Tipo Motor.	14
Clasificación Topográfica.	14
Severidad Motora.	15
Sistemas de Clasificación	15
Sistema de Clasificación de Habilidades Manual.	16
Parálisis Cerebral Hemipléjica o También Llamada PC Unilateral	16
Fisiopatología de la Alteración de la Función de la Mano en Niños con Parálisis Cerebral Unilateral	17
Base Neural de Espástica Unilateral.	17
Deficiencias en la Ejecución del Movimiento.	19
Deficiencias Sensoriomotoras	20
Deficiencias en la Planificación Motora.	21
Problemas de Coordinación Bimanual.	22



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



Mano	22
Biomecánica de la Mano.	22
Articulaciones de la Mano	23
Articulaciones Intermetacarpianas.	23
Articulaciones Metacarpofalángicas.	24
Articulaciones Interfalángicas.	24
Cinemática de la Mano.	25
Rango de Movimientos de las Articulaciones de la Mano.	26
Rango de Movimiento de los Dedos.	26
Habilidad Manual	27
Fuerza de la Mano	27
Capacidad Unilateral	28
Objetivo.....	28
Materiales y métodos .....	28
Tipo de Investigación	28
Diseño de la investigación	28
Estrategia de Búsqueda	28
Bases de Datos	29
Año de Publicación de los Estudios Incluidos	29
Tipo de estudio Incluidos	29
Selección de los Artículos	29
Análisis de Datos y Resultados .....	29
Terapia de Movimiento Inducido por Restricción	30
Terapia Bimanual	35
Terapia Espejo	36
Observación de la Acción	38
Realidad Virtual	40
Robótica	42
Entrenamiento para Tareas Específicas y Umbral de Aplicación para las Intervenciones	44



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co

Discusión.....	46
Conclusiones.....	50
Abreviaturas.....	51
Referencias Bibliográficas.....	52



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



## Introducción

La mano es considerada como el segundo cerebro del hombre, desde la perspectiva de Kant, o como el instrumento de instrumentos según los postulados de Aristóteles, gracias al cual el hombre se relaciona con el mundo, permitiendo la percepción de casi el 90% de las sensaciones táctiles, útil como elemento relacional y social con capacidad de comunicación. De tal forma la mano se reconoce como un órgano instrumental, órgano sensorial, de interpretación, de informaciones y un elemento de educación (Ordoñez et al., 2017). La mano es el punto de encuentro entre la mente y el mundo real. El cerebro humano, con su inagotable creatividad, es tal vez lo que hace única a nuestra especie. Pero sin las manos, todas las grandes ideas que pudiéramos concebir no pasarían de ser una larga lista de buenas intenciones.

Desde la antigüedad, el hombre se ha ocupado de la mano, pero aún no se ha esclarecido si la palabra mano se deriva del viejo gótico handus, del danés haand o del alemán hand, por tanto, el origen lingüístico es evasivo. Sin embargo, el término anatómico manus evidentemente viene del latín manipulus por lo cual, el hombre es "aquel que tiene manos para manipular". En este sentido las manos son instrumentos definidos por Aristóteles como "antecedente de todos los instrumentos productivos", en esencia, "órganos de investigación más bien que de locomoción".

Por lo que, sin las manos, el cerebro humano probablemente no se hubiera desarrollado como lo conocemos. (González, 2007)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



«El lazo íntimo entre las manos y el cerebro en el desarrollo humano se observa claramente en la fisiología humana moderna. El neurocirujano canadiense Wilder Penfield desarrolló un “mapa” del cerebro que muestra las proporciones del mismo, las cuales están dedicadas a controlar diferentes partes del cuerpo. Lo que salta a la vista de inmediato es el enorme tamaño de la parte dedicada a la mano, lo que demuestra claramente la profunda interconexión entre las manos y el cerebro.»

La explicación de por qué las manos nos sirven para tantas cosas estaría en su extraordinaria anatomía: un complejo y maravilloso conjunto de tejidos magistralmente integrados entre sí. Solo el pulgar está controlado por nueve músculos diferentes; algunos están anclados en los huesos de la mano, mientras que otros lo están en los del brazo. La muñeca, un conjunto de huesos y ligamentos entretejidos con vasos sanguíneos y nervios, es la articulación que une estos dos segmentos: mano y antebrazo. Las terminaciones nerviosas llegan hasta la punta de cada dedo, para que así, la mano pueda realizar movimientos finos y precisos o desplegar acciones de una gran fuerza.

La capacidad de las manos para funcionar correctamente en diversos contextos, requiere la integridad del sistema nervioso central, pero esto se altera, cuando ocurre alguno de los diferentes trastornos cerebrales. Dentro de las que se destaca la parálisis cerebral, de la cual según (Novak et al, 2014) 3 de cada 4 niños diagnosticados con esta alteración, experimentan diversos problemas relacionados con la función de la mano.



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Para entender la parálisis cerebral (PC), se encontró la divulgación del Consenso Internacional que la define: como un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, que causan limitación de la actividad y se atribuyen a alteraciones no progresivas en el cerebro fetal en desarrollo, ya sea por procesos intrauterinos patológicos, o como complicación de la prematuridad (Patel et al., 2020). La PC es una de las discapacidades físicas y del desarrollo más comunes en la infancia, con una prevalencia de aproximadamente 3 por cada 1000 nacimientos (Michael et al, 2019). El riesgo de desarrollar parálisis cerebral aumenta con la disminución de la edad gestacional, siendo los bebés nacidos con menos de 28 semanas de edad gestacional los que corren mayor riesgo. (Oskoui et al., 2013) En Colombia el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) reporta que el 3,6% de la población en el 2005 tenían discapacidad, y el 10% se calcula que sean niños con PC (DANE, 2011). Casi todos los niños con parálisis cerebral tienen una esperanza de vida normal, y entre un 5% y un 10% mueren durante la niñez. (Gómez-López et al., 2013).

Los trastornos motores de la PC suelen ir acompañados de alteraciones de la sensación, percepción, cognición, comunicación, conducta, epilepsia y problemas musculoesqueléticos secundarios. Aunque la lesión neuropatológica inicial no es progresiva, los niños con parálisis cerebral pueden desarrollar una variedad de condiciones secundarias, que con el tiempo afectan de manera variable sus capacidades funcionales (Patel et al., 2020). Podemos describir la PC utilizando diferentes clasificaciones, en las cuales tenemos, principalmente el tipo motor, la topografía y la gravedad del compromiso motor.

Una de las más registradas es la parálisis cerebral hemipléjica o también llamada PC unilateral, que constituye el patrón topográfico o subtipo más común de la PC; y afecta

aproximadamente al 39% de los niños (Novak, 2014). Esta se caracteriza por alteraciones



SC-CER96940



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



motoras principalmente lateralizadas a un lado del cuerpo, teniendo una variedad de etiologías que incluyen anomalías de la migración neuronal, leucomalacia periventricular, hemorragia intracraneal e infarto. La característica común es el control cerebral alterado de la función motora. La fisiopatología subyacente al deterioro de la función de las extremidades superiores de la PC espástica unilateral, tiene especial énfasis en la relación entre el daño de las vías motoras del tracto corticoespinal y la función de la mano (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013).

Tal como se señaló, se ha reconocido que el desempeño independiente de las actividades diarias está fuertemente relacionado con la función de la mano y la habilidad manual. (Klevberg et al., 2017). Dicha habilidad y la realización de tareas de destreza requieren coordinación y movimientos de la mano tanto gruesos como finos, funciones que se ven afectadas en los niños con diagnóstico de parálisis cerebral, los cuales presentan dificultades para realizar actividades como agarrar, soltar o manipular objetos. (Öhrvall et al., 2010; Park et al., 2011)

A lo largo del primer año, las acciones de los bebés se relacionan directamente con las experiencias sensoriales y los movimientos se adaptan en función de la retroalimentación sensorial. Los patrones de agarrar y sostener, que primero se asocian con información táctil propioceptiva, se convierten en patrones de agarre y manipulación guiados por información táctil, propioceptiva y visual (Bushnell, 1985; McCall, 1974). El desarrollo de la prehensión y la coordinación bimanual es esencial para la capacidad del bebé para jugar y explorar. A medida que maduran las habilidades manuales, el bebé se vuelve cada vez más competente para explorar y jugar con objetos. Los patrones rudimentarios de agarre y liberación del niño pequeño se convierten en patrones precisos durante los primeros años de vida.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



La mayoría de los niños con parálisis cerebral unilateral espástica logran caminar de forma independiente y tienen la capacidad intelectual para asistir a escuelas regulares.

Aproximadamente la mitad de estos niños experimentan limitaciones en las actividades de la vida diaria y restricciones en la participación en actividades educativas, recreativas y ocupacionales debido a problemas en la mano y el brazo (Tervahauta et al., 2017). Los niños con parálisis cerebral (PC) hemipléjica tienen deficiencias sensoriales: La percepción táctil (sensibilidad a la presión, estímulo simple) y 3 estímulos complejos: discriminación táctil (discriminación espacial), estereognosis (reconocimiento de forma) y propiocepción (Bleyenheuft & Gordon, 2013) y deficiencias motoras unilaterales que pueden llevar al desuso del desarrollo de la extremidad superior afectada y/o capacidad reducida para usarla durante tareas que requieren dos manos (Rankin et al., 2010). Particularmente se presenta en actividades bimanuales más complicadas que requieran movimientos de manera coordinada (p. ej., vestirse, cuidarse a sí mismo). Generalmente, la mano no dominante ayuda a sostener y estabilizar objetos mientras que la mano dominante realiza movimientos funcionales más precisos.

El niño con HCP tiene que luchar con una serie de obstáculos para usar la mano afectada, lo que puede llevar a la elección activa para usar solo la mano "menos afectada" (Tervahauta et al., 2017). Para cumplir con las demandas de la tarea, muchos niños eligen renunciar a actividades desafiantes y/o adaptar su comportamiento a una edad temprana. Como consecuencia, estos niños no usan la mano y el brazo afectados en toda su capacidad, incluso cuando la extremidad está levemente afectada. (Facchin et al., 2009).

La fisioterapia neurológica es un campo complejo, individual y cambiante; por ello, el reto para los profesionales involucrados en la rehabilitación de personas con trastornos

neurológicos consiste en ejercer con efectividad la profesión en un medio multidisciplinario,



SC-CER96940



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



desarrollando un modelo de práctica profesional en el cual los métodos y las técnicas de tratamiento seleccionados se empleen con una clara comprensión de los conceptos neurofisiológicos, terapéuticos y prácticos.

Los fisioterapeutas, vistos como "expertos en movimiento", juegan un papel clave dentro de un grupo multidisciplinario encargado del tratamiento de esta población. El objetivo principal de la fisioterapia, es ayudar al niño con parálisis cerebral a alcanzar su potencial de independencia física y niveles de aptitud dentro de su comunidad, minimizando el efecto de sus limitaciones físicas y mejorando la calidad de la vida del niño y su familia. (Das & Ganesh, 2019)

La mayoría de los enfoques que emplea el fisioterapeuta actualmente intentan reducir las deficiencias de las manos normalizando los patrones de movimiento, estirando los músculos espásticos, fortaleciendo los músculos debilitados, entre otros, asumiendo que las deficiencias corporales son en gran parte responsables de las dificultades experimentadas en las actividades diarias (Arnould et al., 2014). Afortunadamente en la última década, se han identificado intervenciones más seguras y efectivas para niños con parálisis cerebral, como consecuencia del crecimiento exponencial de la investigación de alta calidad sobre esta condición. En la actualidad existen al menos 64 intervenciones diferentes para la parálisis cerebral y se están estudiando incluso más intervenciones gradualmente en ensayos clínicos (Novak et al., 2013)

Sin embargo, aunque existe una gran variedad de estrategias disponibles para guiar el proceso de los fisioterapeutas en esta población, desafortunadamente, se carece de un consenso de cada una de ellas, que le permitan al profesional de la salud elegir las intervenciones más efectivas que se adapten a las preferencias, necesidades y recursos individuales del niño y su



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



familia. Lamentablemente, se está proporcionando una atención clínica obsoleta a los niños con parálisis cerebral. En consonancia con otros campos, del 10% al 40% no reciben intervenciones de eficacia probada y otro 20% recibe intervenciones nocivas o ineficaces. (Novak, 2014). Por tanto, para no recaer en este error, y con el objetivo de lograr mayor participación en las actividades de la vida cotidiana y entendiendo el impactando del entorno social en las personas en condición de discapacidad, nos planteamos la necesidad de recopilar la evidencia científica disponible acerca de las intervenciones aplicadas en la última década, dirigidas a mejorar la funcionalidad de la mano, en los niños con parálisis cerebral hemipléjic

## Marco Teórico

### Parálisis Cerebral

La definición de la parálisis cerebral (PC) ha ido evolucionando a lo largo del siglo XX, por varios médicos especialistas, a partir del legado que dejaron tanto Little como Freud. Un cirujano inglés llamado William Little describió por primera vez un trastorno que afectaba a los niños y niñas en los primeros años de vida y se caracterizaba por la rigidez muscular. Estos niños manifestaban dificultades para agarrar los objetos, gatear y caminar. Por muchos años fue conocida como “Enfermedad de Little”, actualmente se sabe que esta afección es la diplejía espástica, uno de los trastornos que se conocen como Parálisis Cerebral, (Montesdeoca, 2014)



Hoy en día existen múltiples definiciones de Parálisis Cerebral (PC), sin embargo, la que más da claridad al concepto, es que es un término genérico que describe un conjunto/grupo de desórdenes no progresivos pero permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura, que provocan limitaciones en la actividad, atribuidas a lesiones que ocurren en el desarrollo fetal o en un cerebro en desarrollo. (Ruiz Brunner & Cuestas, 2019). La definición también especifica que los trastornos motores que caracterizan la PC a menudo coexisten con la epilepsia; problemas



SC-CER96940



Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co

**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*  


musculoesqueléticos, de comportamiento y de comunicación; y dificultades con la sensación, la percepción y la cognición. La PC se considera la causa más común de discapacidad física en la infancia y trae como consecuencia la alteración cerebral además que a menudo los niños experimentan síntomas neurológicos que incluyen distonía, ataxia, atetosis y, en particular, espasticidad (Azzam, 2012)

La PC se caracteriza por la heterogeneidad en los factores de riesgo, la etiología específica subyacente, las características clínicas, la gravedad de las limitaciones funcionales, las afecciones asociadas y secundarias, las opciones de tratamiento y la evolución de la afección a lo largo de la vida del individuo. (Novak et al., 2017)

### ***Manifestaciones Clínicas***

La parálisis cerebral es un trastorno heterogéneo que abarca una serie de fenotipos clínicos y tipos de alteraciones motoras. (Michael-Asalu et al., 2019). Los signos que aumentan las sospechas sobre un trastorno motor suele ser el retraso en los hitos motores, la asimetría del movimiento o el tono muscular anormal. Los trastornos del movimiento más comunes en la parálisis cerebral son la espasticidad y la distonía. Sin embargo, cada vez está más claro que estas por sí solas no describen adecuadamente, ni la complejidad de los problemas de movimiento que tienen los niños con parálisis cerebral, ni el impacto funcional de estos problemas. Los niños con parálisis cerebral suelen tener dificultades con la coordinación, la fuerza, el control motor selectivo y la sensibilidad (incluida la visión) y a menudo no han tenido las mismas oportunidades de desarrollar patrones motores que los niños con un desarrollo típico. (Vitrikas et al., 2020).



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



También existen complicaciones que no forman parte de la definición básica de parálisis cerebral, como dolor, discapacidad intelectual, incapacidad para caminar, desplazamiento de la cadera, incapacidad para hablar, epilepsia, incontinencia urinaria y trastornos del comportamiento o del sueño. Otros estudios han mostrado hallazgos clínicos adicionales, como pérdida de audición, ceguera y progresión de la escoliosis debido a espasmos musculares (Vitrikas et al, 2020).

### ***Factores de Riesgo***

**Preconcepcional.** Un diagnóstico materno previo de convulsiones, discapacidad intelectual o enfermedad de la tiroides fueron los factores fuertemente asociados con un mayor riesgo de parálisis cerebral, seguidos de otras enfermedades maternas, historia obstétrica de mortinato o muerte neonatal, antecedentes obstétricos de tres o más abortos espontáneos, la edad materna baja o mayor de 40 años y el nivel socioeconómico bajo (McIntyre et al., 2013)

**Prenatal.** Los defectos de nacimiento son el factor de riesgo prenatal con mayor riesgo relativo, seguido del tamaño pequeño para la edad gestacional, el bajo peso al nacer (particularmente con un peso al nacer por debajo de 1,5 kg), anomalías placentarias (notificadas como pequeñas, calcificadas, insalubres, infartos y / o complicaciones), las enfermedades maternas durante el embarazo como las respiratorias, cardíacas, convulsiones y la incompetencia del cuello uterino, anomalías del volumen de líquido, el sangrado en el segundo y tercer trimestre, la hipertensión durante el embarazo, la preeclampsia, la corioamnionitis y la infección perinatal.

**Intraparto.** La asfixia al nacer, el licor teñido de meconio en particular la aspiración de meconio, los partos instrumentales (en comparación con los partos vaginales espontáneos o por



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



cesárea electiva), al igual que un parto de nalgas. La duración anormal del trabajo de parto y la presentación fetal.

**Neonatal.** La presencia de convulsiones fue el factor de riesgo más importante en todas las edades gestacionales, el síndrome de dificultad respiratoria, la hipoglucemia, las infecciones, la ictericia grave en los recién nacidos a término, encefalopatía neonatal y meningitis. (Eliasson & Gordon, 2000)

### **Clasificación**

La PC es una condición heterogénea en términos de etiología, tipo motor y severidad de las deficiencias. En consecuencia, la PC se describe utilizando diferentes clasificaciones, principalmente el tipo motor, la topografía y la gravedad del compromiso motor.

**Tipo Motor.** Los tipos motores de PC incluyen: La parálisis espástica que corresponde al 85%, (la forma más común, caracterizada por la hipertonía y la resistencia muscular al movimiento), discinética (7%), que incluye distonía y coreoatetosis y atáxica (4%), que presenta principalmente dificultades de coordinación e hipotónica (disminución del tono muscular). La PC hipotónica de tipo motor predominante (3%) se reconoce en Australia, pero existe un desacuerdo internacional sobre si la PC hipotónica es realmente PC (te Velde et al., 2019)

**Clasificación Topográfica.** Se efectúa en relación a la extensión de la lesión y nos ayuda en la definición de las posibilidades y pronóstico del niño, en referencia a la localización de la zona anatómica afectada. Los sufijos "-paresia" hacen referencia a una parálisis incompleta o variable y "-plegia" se distingue por ser una parálisis completa (Calzada et al., 2014)

El tipo motor espástico se clasifica topográficamente como: unilateral/hemiplejía

(40% - 60%)) que afecta a un lado del cuerpo, la extremidad superior parece estar mucho



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



más afectada que la extremidad inferior La falta de movimientos finos de la mano es muy pronunciada, pero los movimientos finos de los dedos de los pies están igualmente deteriorados se observa con mayor frecuencia en bebés nacidos a término y la mayoría de los casos se deben a un accidente cerebrovascular intrauterino o perinatal y bilateral que afecta a ambos lados del cuerpo. (Korzeniewski et al., 2018).

La PC espástica bilateral incluye: diplejía (10% -36%), con miembros inferiores más afectados que miembros superiores; y cuadriplejía (24% -31%), con el tronco y las cuatro extremidades afectadas, se asocia con limitaciones funcionales significativas, déficit cognitivo, epilepsia, discapacidad visual y otras condiciones asociadas (Colver et al., 2014).

Los tipos motores predominantes discinéticos, atáxicos e hipotónicos no se clasifican topográficamente. (te Velde et al., 2019)

**Severidad Motora.** La predicción de la gravedad motora de la PC a partir de los dos años está bien establecida utilizando el Sistema de clasificación de la función motora gruesa (GMFCS), que indica el nivel de la función motora gruesa y la movilidad de un niño, y las curvas de desarrollo motor de la PC. Ambas son herramientas reconocidas, que se utilizan para predecir la movilidad a largo plazo.

### ***Sistemas de Clasificación***

El sistema de clasificación de la función motora gruesa (GMFCS) y el sistema de clasificación de habilidades manuales (MACS) se desarrollaron para caracterizar la movilidad y la función manual en PC, respectivamente, en función de la gravedad de las deficiencias en el funcionamiento/ rendimiento motor.





ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



**Sistema de Clasificación de Habilidades Manual.** El Manual Ability Classification System (MACS) fue desarrollado por Eliasson et al. en 2006, específicamente para ser un análogo de la extremidad superior del GMFCS. Es un sistema de clasificación ordinal de cinco niveles que describe la capacidad manual de los niños entre 4 a 18 años con parálisis cerebral (PC) definiendo como usan sus manos cuando manipulan objetos en las actividades diarias. Reflejar el desempeño manual típico del niño, no la capacidad máxima del niño. Los niveles de MACS describen el uso colaborativo de ambas manos juntas en las actividades diarias con respecto a lo que se espera para la edad de un niño y, por lo tanto, depende no solo de la función motora fina sino también del desarrollo de la cognición, la planificación motora y la motivación. (Eliasson et al., 2006) Mediante el uso de sistemas de clasificación como el MACS, es posible tener una visión amplia de la habilidad general de los niños para el manejo de objetos cotidianos, lo que constituye un complemento importante para el diagnóstico (Rethlefsen et al., 2010). La combinación de la información proporcionada por esta clasificación y el diagnóstico médico permite definir subgrupos dentro del heterogéneo grupo de parálisis cerebral

### ***Parálisis Cerebral Hemipléjica o También Llamada PC Unilateral***

Es el patrón topográfico o subtipo más común de la PC; y afecta aproximadamente al 39% de los niños. La disfunción de las extremidades superiores puede variar de leve a profundamente afectada según el momento, el sitio, la extensión y la naturaleza de la lesión cerebral afecta aproximadamente a 1 de cada 1300 nacidos vivos y tiene una variedad de etiologías que incluyen anomalías de la migración neuronal, leucomalacia periventricular, hemorragia intracranial e infarto. (Novak, 2014). La característica común es el control cerebral alterado de la función motora. Un componente importante se relaciona con el daño del tracto





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



corticoespinal, siendo este el principal tracto descendente que controla los movimientos hábiles, fraccionados y voluntarios de la mano (Basu Purna et al, 2015).

## **Fisiopatología de la Alteración de la Función de la Mano en Niños con Parálisis Cerebral Unilateral**

**Base Neural de Espástica Unilateral.** Durante el desarrollo humano típico, las vías motoras del tracto corticoespinal (CST) de las áreas motoras, en particular la corteza motora primaria, se desarrollan de manera corticofugal, acercándose a la médula espinal en la semana 20 de gestación (Staudt, 2010). Posteriormente estas proyecciones se someten a la sinaptogénesis, con las células diana a nivel espinal-segmentaria. Las cortezas motoras desarrollan inicialmente proyecciones bilaterales (es decir, proyecciones hacia las extremidades superiores contralaterales e ipsilaterales). El desarrollo continuo se caracteriza por el debilitamiento gradual de las proyecciones ipsilaterales y el fortalecimiento de las proyecciones contralaterales a través de la competencia sináptica, que es impulsada por la actividad de la corteza motora primaria. (Friel et al., 2013). Este proceso es susceptible al daño cerebral prenatal y perinatal.

La CST inerva directamente las motoneuronas de la mano, que proporcionan la capacidad de control selectivo del movimiento de las extremidades superiores. Por lo tanto, el daño a este sistema de desarrollo puede afectar permanentemente la destreza manual, (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013) entendida como la capacidad de controlar con precisión y rapidez los movimientos de los dedos de una manera coordinada y adaptativa, como el control fino al agarrar y manipular objetos pequeños, incluye funciones musculares, esqueléticas y neurológicas para producir movimientos precisos (Carment et al, 2018).



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE.  
*¡Seguimos avanzando!*



La PC espástica unilateral es típicamente el resultado de un infarto de la arteria cerebral media, atrofia del hemisferio, lesiones periventriculares, malformación cerebral o por encefalía poshemorrágica, y la integridad de las áreas motoras y CST a menudo se ve comprometida. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013). La etiología específica puede influir drásticamente en el desarrollo posterior de las vías de CST. La gravedad de las deficiencias de mano depende en gran medida de la extensión del daño a la CST. El daño cerebral unilateral que ocurre durante el período intrauterino puede atenuar o prevenir la actividad neuronal en las proyecciones de CST que se originan en el hemisferio afectado, con el resultado de que las proyecciones ipsilaterales se mantienen y fortalecen durante el desarrollo posterior, mientras que las proyecciones contralaterales se eliminan parcial o completamente, especialmente en individuos con grandes lesiones (Eyre et al., 2007). Incluso en individuos con lesiones pequeñas, también puede haber una reorganización por la cual la afectación del hemisferio ipsilateral puede mostrar una activación significativa de áreas premotoras ipsilaterales (Staudt, 2010).

Generalmente, los individuos que se someten a dicha reorganización ipsilateral tienen la función de la mano más gravemente afectada y la persistencia de movimientos de espejo. (Holmström et al., 2009). Sin embargo, eso no quiere decir que esta reorganización sea disfuncional; en cambio, probablemente representa una compensación funcional del hemisferio afectado por el hemisferio no afectado. La medida en que esta reorganización ipsilateral es capaz de compensar los proyectos contralaterales ausentes disminuye con la edad en el momento del daño. También se debe señalar que las proyecciones de CST a las interneuronas espinales, que también son importantes para transmitir señales desde la corteza al músculo, también se ven afectadas, lo que afecta aún más la coordinación y el control de los reflejos. (Bleyenheuft &

Steenbergen, 2013)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



**Deficiencias en la Ejecución del Movimiento.** Como resultado de este daño al CST y otras vías motoras en desarrollo hay deficiencias en la ejecución del movimiento de la extremidad superior. Por ejemplo, la extremidad superior suele ser débil y la falta de movimientos selectivos de los dedos da como resultado el uso de varios dedos cuando se requieren menos (p. ej., agarre de precisión), lo que hace que los movimientos sean lentos y torpes. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013).

El control motor de la mano se ha cuantificado durante más de dos décadas mediante el examen de las fuerzas de la punta de los dedos durante el agarre de precisión. La coordinación de la yema de los dedos en niños con un desarrollo típico generalmente se aproxima a la coordinación de un adulto entre los 6 y los 8 años de edad. (Eliasson et al., 2006). Por el contrario, los niños con parálisis cerebral a esta edad suelen tener una coordinación de fuerzas parecida a la de los niños muy pequeños, con retrasos prolongados entre las fases de movimiento (p. Ej., Contacto de agarre y posterior iniciación de la fuerza de carga) y generación secuencial de fuerza de agarre y carga. Aunque la mayoría de los niños con parálisis cerebral son capaces de ajustar la fuerza de las yemas de los dedos al peso y la textura del objeto, sus fuerzas suelen ser variables y excesivas, con una adaptación reducida en comparación con los niños con un desarrollo típico. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013).

La coordinación de la fuerza de la punta de los dedos también se ve afectada durante la liberación del objeto, lo que se exagera cuando se imponen restricciones de velocidad y precisión. (Eliasson & Gordon, 2000). El agarre de precisión en niños con parálisis cerebral mejora con el desarrollo y la práctica prolongada, lo que ha ayudado a motivar protocolos de rehabilitación intensivos (p. ej., terapia de movimiento inducido por restricción) (Gordon, 2011)



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



*Deficiencias Sensoriomotoras*

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



Debido a que las proyecciones somatosensoriales talamocorticales alcanzan sus sitios de destino corticales durante el tercer trimestre, por lo general no están dañadas por las lesiones periventriculares, o pueden eludir la lesión para terminar en la circunvolución poscentral. Por el contrario, los infartos de la arteria cerebral media, que ocurren más tarde y que a menudo afectan la circunvolución poscentral, tienen más probabilidades de afectar el sistema somatosensorial. (Staudt, 2010). Por lo tanto, los niños con parálisis cerebral espástica unilateral, especialmente con origen en la arteria cerebral media, a menudo tienen deficiencias sensoriales que pueden comprometer aún más las habilidades motoras finas. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013).

Específicamente, la percepción táctil (tacto ligero) y la discriminación, la estereognosia y la propiocepción a menudo se ven afectadas, con la cantidad de deterioro relacionado con la integridad de las vías sensitivomotoras ascendentes. (Scheck et al., 2012). Estas deficiencias sensoriales pueden ser, al menos en parte, responsables de las deficiencias de agarre de precisión que se encuentran en CP, ya que las últimas deficiencias se asemejan al control de agarre de precisión bajo anestesia digital. Sin embargo, la relación entre las habilidades sensoriales y motoras no es tajante. Se ha establecido una relación entre la estereognosia y la función motora, pero se reportan resultados contradictorios para otras modalidades. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



**Deficiencias en la Planificación Motora.** Durante la manipulación de objetos, el desarrollo de las fuerzas de la yema de los dedos debe planificarse antes de la iniciación porque la información sensorial sobre algunas propiedades del objeto (por ejemplo, el peso) no está disponible de inmediato. Este tipo de planificación implica la formación y uso de modelos internos de objetos basados en la experiencia previa manipulando un objeto dado (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013).

Los niños con parálisis cerebral espástica unilateral tienen una capacidad disminuida para escalar la amplitud del desarrollo de la fuerza en la mano más afectada. Sin embargo, las deficiencias en la escala de desarrollo de fuerza se reducen después de una práctica extensa, proporcionando la base para los protocolos de rehabilitación intensiva.

Los déficits de planificación observados pueden reflejar, al menos en parte, déficits en el aprendizaje motor, lo que implica la extracción de información sensorial adecuada para formar modelos internos e integrarla con comandos motores durante acciones posteriores. Sin embargo, esto no significa que todos los déficits de planificación puedan mejorarse con la práctica. (Gysin et al., 2008)

Los déficits de escala de fuerza durante el levantamiento de objetos dependen del efector: se observa una falta de planificación en la extremidad superior más afectada, pero no en la menos afectada. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013). Se ha encontrado que, a pesar de la ausencia en la mano más afectada, el control anticipatorio puede transferirse de la mano más afectada a la menos afectada. (Gordon et al., 2006).

Así, los niños con parálisis cerebral espástica unilateral obtienen suficiente información

sensorial para formar modelos internos para su uso posterior con la mano menos afectada. Esto



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



sugiere que la planificación deficiente puede deberse a la incapacidad de integrar la información sensorial con el comando motor en la mano más afectada. También el agarre y levantamiento simultáneos de un objeto en cada mano mejoró algunos aspectos del desempeño del agarre en comparación con los levantamientos unilaterales con la mano más afectada, aunque los movimientos de agarre y elevación se hicieron más lentos, probablemente debido a la necesidad de dividir la atención entre las dos manos. (Gordon et al., 2011)

***Problemas de Coordinación Bimanual.*** Hay más deficiencias en la coordinación bimanual que los déficits de destreza unimanual. Se desconoce la relación entre el tipo/momento de la lesión y tales alteraciones de la coordinación bimanual. Durante las tareas de alcance simétricas y bimanuales, los niños con parálisis cerebral espástica unilateral muestran la capacidad de coordinar sus movimientos bimanuales al compensar con la mano no afectada, siempre que no aumenta las exigencias de precisión o la complejidad de la tarea. Las deficiencias no estaban relacionadas con la presencia de movimientos de espejo y el deterioro es mayor cuando la mano menos afectada servía como mano de sujeción. (Bleyenheuft & Steenbergen, 2013)

## **Mano**

### ***Biomecánica de la Mano.***

La mano se conforma por 27 huesos (ver figura 1), falanges distales (rojos), falanges medias (azules), falanges proximales (verdes), metacarpos (amarillos), trapecio (1), trapecoide (2), grande (3), ganchosos (4), pisiforme (5), piramidal (6), semilunar (7) y escafoides (8).

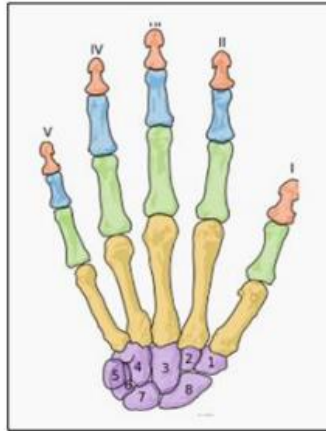


Figura 1. Huesos que conforman la mano

### ***Articulaciones de la Mano***

Las articulaciones permiten el movimiento de la mano, para su correcto funcionamiento, depende de la suma de los diferentes tipos de articulaciones, como lo son las siguientes:

Carpometacarpianas, Intermetacarpianas, Metacarpofalángicas, Interfalángicas.

### ***Articulaciones Intermetacarpianas.***

De acuerdo con Miralles Morrero, en su libro “Biomecánica clínica del aparato locomotor”: “Son las articulaciones entre las bases de los metacarpianos II, III, IV y V. Las superficies articulares son unas carillas irregulares recubiertas por cartílago que hay en la cara externa de la base del V metacarpiano y en ambos lados del III y el IV, y en la cara interna de la base del II. La cápsula articular y la membrana sinovial continúan hacia arriba con las de la articulación carpometacarpianas”. Estas articulaciones solo se dan entre los metacarpos, por eso de ahí su nombre.(Miralles & Puig, 2000)





Las articulaciones Metacarpofalángicas de los dedos, son unas articulaciones que tienen cartílagos que cubren alrededor del hueso, y que se forma la articulación al encajar en la cavidad del otro hueso entre las cabezas de los metacarpianos (II, III, IV, y V) y la base de las falanges proximales. “Las cabezas de los metacarpianos son esféricas, pero más prolongadas en sentido anteroposterior que transversal, y también más amplias hacia la cara palmar que hacia la dorsal. Durante la extensión la cara profunda del fibrocartílago está en contacto con la cabeza del metacarpiano, mientras que durante la flexión el cartílago sobrepasa la cabeza y gira alrededor de la charnela (figura 2).” El ligamento transversal del metacarpo (Figura 3) tiene la forma de una larga cinta que transcurre transversal del II al V metacarpiano. (Miralles & Puig, 2000)

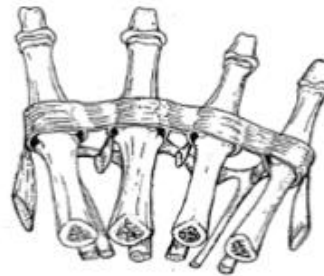


Figura 2. Articulación Metacarpofalángico del carpo

Figura 3. Visión palmar del ligamento transversal del carpo

### **Articulaciones Interfalángicas.**

Estas articulaciones se encuentran entre las falanges en la unión de estos, falanges distales y falanges medias, y a su vez estos últimos con las falanges proximales. “Son articulaciones trocleares (de funcionamiento similar a una bisagra) que se establecen entre las falanges. Hay dos articulaciones interfalángicas en los cuatro últimos dedos. La superficie de la articulación



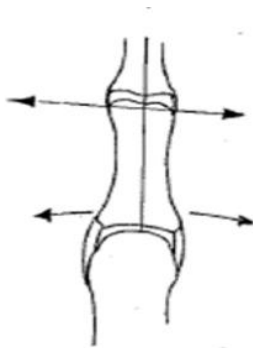


ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
¡Seguimos avanzando!

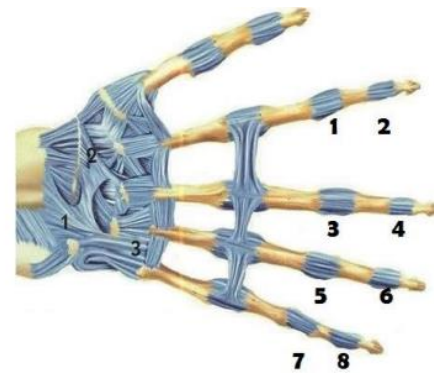


articular distal (IFD) es de menor extensión que la proximal. La amplitud de flexión es superior a 90° en las articulaciones interfalángicas proximales e inferior a 90° en las distales.

Esta amplitud aumenta del segundo al quinto dedo en las dos articulaciones”.(Miralles & Puig, 2000) En las figuras 4 y 5 se muestran las articulaciones interfalángicas para tener un panorama mejor de estas articulaciones y de la localización de las mismas.



**Figura 4.** Ejes de flexión de las Articulaciones Metacarpofalángico



**Figura 5.** Articulaciones (IF)enumeradas

***Cinemática de la Mano.***

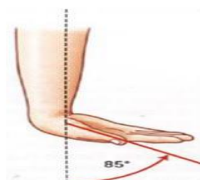
El movimiento de la mano es una acción que se realiza desde la formación en el vientre materno impulsado por órdenes del cerebro; en la vida cotidiana, cuando se realiza desde ademanes hasta actividades muy complejas con las manos, como tocar guitarra, se accionan todos los músculos y huesos de ésta, para realizar dichos movimientos. Los rangos y tipos de movimientos que se realizan con los miembros de la mano, son de gran importancia para realizar un análisis cinemático de ésta, en el siguiente punto se detallan cómo se obtuvieron estos datos.

Kapandji, A. en su libro de Fisiología articular, menciona los rangos de movimiento de la mano, los movimientos que se muestran en las figuras 2, 3 y 4, fueron los considerados como movimientos base para el diseño del rehabilitador. (Kanapandji, 2006)

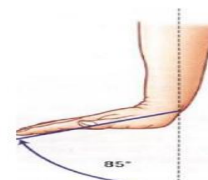
En las figuras que se muestran a continuación, se ilustran los movimientos de flexo- extensión de la muñeca, estos movimientos son los básicos para iniciar la rehabilitación de la mano, para personas con hemiplejía.



**Figura 7.** Posición anatómica



**Figura 8.** Movimiento de flexión

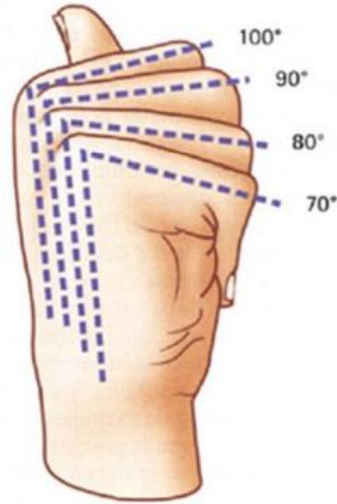


**Figura 9.** Movimiento de extensión

Se puede observar en la figura 8 y 9 que la amplitud en flexión y extensión es de 85° cada uno.

**Rango de Movimiento de los Dedos.**

Los dedos de la mano presentan movimientos de flexo- extensión, al igual que la muñeca. Este movimiento es primordial para la recuperación motora de la mano. Amplitud de la flexión (Figura 10): “Es aproximadamente de 90° en las articulaciones metacarpofalángicas”.(Kanapandji, 2006)



**Figura 10.** Amplitud de la flexión de las

## Habilidad Manual

Es la capacidad que tiene el infante para poder realizar de manera autónoma las diferentes actividades de su vida diaria (comer, jugar, vestirse, desvestirse, actividades escolares, entre otras) con las manos, independientemente del uso de una o ambas manos para ello. Es decir, se valora la independencia de la ejecución de la tarea y cómo lo hace, no si usa una mano o las dos manos para lograr la ejecución. (García et al, 2012).

## Fuerza de la Mano

En términos Mesh se define como la fuerza ejercida al agarrar o agarrar. Utilizada cuando la mano aprieta o suspende objetos en el aire. La muñeca debe estar en una posición adecuada para evitar el desarrollo de los trastornos de trauma acumulativo. El agarre de precisión requiere una buena coordinación entre la fuerza de agarre (GF), que es perpendicular a la superficie de agarre del objeto, y la fuerza de carga tangencial (LF). (Yépez et al, 2015).



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Se refiere a la capacidad de o relacionado con una mano al ejecutar alcances de objetos con una mano. Agarre palmar y laterales con la mano, ya sea, izquierda o derecha (Schwarz et al, 2020).

## Objetivo

Proporcionar información sobre la efectividad de los diferentes modelos de atención y el estado actual de la evidencia en la rehabilitación de la mano del niño con parálisis cerebral.

## Materiales y métodos

### Tipo de Investigación

El trabajo realizado fue **descriptivo** de tipo monografía de compilación

### Diseño de la investigación

**Monografía de compilación.** Comprende la búsqueda, análisis crítico, evaluación de documentos sobre un tema determinado. El investigador agrega sus puntos de vista.

### Técnicas de Investigación

Se realizó una revisión bibliográfica de revisiones sistemáticas, metanálisis, ECAs publicados desde enero de 2010 hasta 2021 en inglés y en español, dirigida a evidenciar de las intervenciones en niños con parálisis cerebral hemipléjica

### Estrategia de Búsqueda

Los investigadores realizaron una búsqueda en diferentes bases de datos teniendo en cuenta los criterios de inclusión como: idioma español-inglés, tipo de investigación, año de publicación y población específica.



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



**Bases de Datos**

Google Scholar; PEDro; Pubmed; Medigraphic; Elsevier y Scielo.

**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



### **Año de Publicación de los Estudios Incluidos**

2010-2021

### **Tipo de estudio Incluidos**

Revisiones Sistemáticas, metaanálisis y ECAs.

### **Selección de los Artículos**

La selección se realizó por parte de 2 investigadores de manera independiente, los cuales hicieron un análisis de cada uno de los artículos que cumplieron con los criterios de selección.

### **Análisis de Datos y Resultados**

Los resultados obtenidos de la búsqueda bibliografía arrojaron las intervenciones más empleadas para recuperar y mejorar la funcionalidad de la mano del niño con parálisis cerebral hemipléjica, para esto inicialmente se identificó una revisión sistemática de (Sakzewski et al., 2014) que reunió la evidencia disponible acerca de las terapias no quirúrgicas en las extremidades superiores para niños con parálisis cerebral unilateral, con edades comprendidas entre 7-16 años. Presentando como resultados efectos de moderados a fuertes que favorecen las inyecciones intramusculares de toxina botulínica A y la terapia ocupacional (OT) para mejorar la función de las extremidades superiores y los resultados individualizados en comparación con la OT sola. De igual forma la terapia de movimiento inducido por restricción logró efectos de tratamiento moderados a fuertes en la mejora de la calidad y eficiencia del movimiento del miembro superior deteriorado en comparación con la atención habitual. Se encontraron efectos



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



débiles del tratamiento para la mayoría de los resultados cuando se comparó la terapia de restricción con una dosis igual de OT bimanual; ambos arrojaron resultados mejorados similares.

Por ultimo se menciona que intervenciones más nuevas, como el entrenamiento de la observación de la acción y la terapia del espejo, siguen considerándose experimentales.

### **Terapia de Movimiento Inducido por Restricción**

La CIMT tiene como objetivo superar la falta de uso del miembro afectado en la disfunción unilateral a través de la restricción del movimiento del miembro superior no afectado y un entrenamiento intenso del miembro superior afectado. El modelo CIMT original fue desarrollado por Edward Taub en 1993, inicialmente para adultos con hemiplejía. CIMT partió de investigaciones fundamentales sobre monos (Hoare et al., 2007). Consistía en la inmovilización del miembro superior no afectado utilizando un yeso de brazo completo durante el 90 % de las horas de vigilia, durante al menos 2 semanas, mientras se entrenaba intensamente el miembro superior afectado durante 3 horas o más al día. Desde entonces, los estudios que investigan CIMT han alterado al menos una variable del modelo para que se ajuste a los entornos locales. Esto incluye: el tipo de sujeción (de yeso de todo el brazo a sujeción suave por parte de los padres), duración de la restricción (1-24 horas por día) y duración del entrenamiento (1 hora por semana a 7 horas por día) (Christmas, 2019).

Uno de los nuevos protocolos fue llamado CIMT modificado (CIMTm). En CIMTm, las sesiones de tratamiento tienen una duración de 30 minutos y diez semanas realizadas tres veces por semana. CIMTm incluye tres componentes básicos de CIMT, que son la práctica restringida, la repetición y el uso de técnicas conductuales como el moldeado (Jamali & Amini, 2018). Al igual, se han demostrado hallazgos positivos de todos los modelos sobre el aumento del uso

espontáneo de la extremidad superior afectada, pero los estudios han carecido de una comparación sistemática de las variables críticas de CIMT, lo que dificulta su implementación.



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Los hallazgos positivos de los modelos CIMT podrían explicarse por la dosis mucho mayor de entrenamiento que se brinda en comparación con las intervenciones de rehabilitación habituales que se ofrecen para este grupo de pacientes. Se ha encontrado que la dosis de entrenamiento es un elemento clave asociado con mejores resultados motores. (Christmas, 2019)

Durante la terapia, los pacientes son guiados a través de la práctica para tratar de volver a adquirir la capacidad de producir comportamientos perdidos después de la lesión. Como tal, el cerebro se basará en los mismos procesos neurobiológicos fundamentales que utilizó para adquirir esos comportamientos inicialmente y las reglas básicas que rigen como se adaptan los circuitos neuronales para codificar nuevos comportamientos no cambian después de una lesión. (Kleim, 2011)

CIMT es una especie de cambio de paradigma en la rehabilitación de lesiones del sistema nervioso central. Cambia el paradigma del énfasis en las habilidades compensatorias a un deseo de restauración parcial. CIMT es el tratamiento clínico más convincente para mejorar las funciones sensoriales y de movilidad en niños hemipléjicos con PC. (Brady & Garcia, 2009) Dos posibles mecanismos pueden conducir a un mayor uso de la extremidad afectada (superación de la desatención del desarrollo). Estos dos son a) Superación del no uso aprendido del brazo más afectado y b) reorganización cortical dependiente del uso.

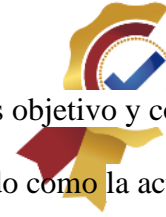
Mediante el uso de estimulación magnética transcraneal (TMS), se estudió el mapeo de la corteza motora antes y después de la CIMT y se notó el aumento del tamaño del área de salida motora y las amplitudes del potencial evocado motor (MEP). También se ha demostrado una





ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



mayor excitabilidad neuronal en el hemisferio dañado y los músculos objetivo y con el uso de la imagen funcional de resonancia magnética (fMRI) se ha identificado como la activación de la corteza motora cambia después de la CIMT (Jamali & Amini, 2018)

En una revisión Cochrane de (BJ et al., 2019) del 2019 con calidad alta y recomendación fuerte. Cuyo objetivo era evaluar el efecto de la terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT) en el tratamiento del miembro superior más afectado en niños con parálisis cerebral unilateral. Se encontraron 36 estudios con niños de edades entre 3 meses a 19 años, con un ámbito mixto (domicilio, clínica, laboratorio, preescolar) que tuvieron CIMT de 20 a 504 horas. Encontró que CIMT confirió mejor rendimiento bimanual y capacidad unimanual en la terapia de dosis baja, que no estaba bien definida. CIMT también puede inducir neuroplasticidad y la dosis recomendada fue de 0.5-8 horas, 2- 7 veces por semana, durante 1- 10 semanas (un total 137 horas). Concluyó que los fisioterapeutas deben asegurarse de que se mantengan los dos ingredientes clave en todos los modelos de CIMT: primero que la restricción de la extremidad superior que funcione bien (independientemente del dispositivo/tipo) y segundo que sea intensivo.

(Jamali & Amini, 2018) en su revisión sistemática del procedimiento CIMT entre grupos de niños con PC en Irán. En total 15 artículos fueron incluidos, en los cuales los niños con parálisis cerebral hemipléjica tenían edades de 2 a 14 años para los cuales las dosis de la intervención fueron variadas. Los artículos revisados en el estudio habían utilizado sólo dos tipos de restricciones. Doce de ellos usaron férula y tres cabestrillo para la restricción. También se informaron otros tipos de restricciones: como escayolas de brazo corto y escayola de brazo largo, sujetar la mano del niño, el uso de un guante o manopla. El efecto de CIMT en el lado izquierdo o derecho fue el mismo porque ningún estudio mencionó el lado afectado. El efecto terapéutico





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



de CIMT no estuvo relacionado con la edad, fue igualmente efectiva para ambos sexos; siendo así el género informado un factor ineficaz en CIMT. Además, en los resultados se informó que CIMT es efectivo en comparación con ninguna intervención, pero existen algunas inconsistencias con respecto a su efectividad sobre el tono muscular y la extensión protectora.

(Rivas Guerrero, 2018) en su revisión, cuyo propósito fue determinar algunos parámetros óptimos de dosificación de CIMT para el mejoramiento de la función del miembro superior en niños con PC hemipléjica, encontró que: la CIMTm pediátrica es el tipo más adecuado de CIMT en niños con PC, en combinación con entrenamiento bimanual. Algunos de los estudios incluidos muestran que el tipo de restricción puede disminuir la tolerancia al tratamiento y, en efecto, la adherencia del paciente. Los tipos de restricción en los que no se reportó ningún evento adverso ni problemas de adherencia al tratamiento fueron el guante y la órtesis. Así mismo, se argumenta que el guante de tela transpirable con injerto plástico volar tiene las ventajas de ser menos intrusivo y de permitir usar la mano para las reacciones protectoras. Por tanto, se podría considerar el más adecuado. Los hallazgos también indican que, en contraposición con la duración de las sesiones, los efectos de la CIMT no se deben a la duración de la restricción. Lo más indicado es utilizar la restricción solamente durante las sesiones de entrenamiento ya que se evidencia que los efectos de utilizar 3 h/sesión sobre la función unimanual y bimanual son similares a los de aplicar 6h/sesión. Con relación a la intensidad del tratamiento, se concluye que para lograr efectos mantenidos sobre la función del miembro superior se requiere un mínimo de 60 h de CIMT y, que una intensidad reducida de 30 h es insuficiente en niños con PC. Los hallazgos indican que los niños con PC pueden alcanzar un efecto umbral que genere cambios mantenidos a largo plazo sobre la función del miembro superior con la utilización de dosis moderadas de tratamiento. Por otra parte, la edad afecta la



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



relación dosis-respuesta y debe ser mayor la dosis requerida de CIMT en niños mayores de 5 años que en niños menores para alcanzar el máximo efecto y son mejores los resultados en niños que presentan mayor compromiso del miembro superior. El entrenamiento en el hogar puede aumentar la intensidad del tratamiento, y mejorar la transferencia de las habilidades funcionales a los ambientes naturales. En consecuencia, es necesario capacitar a la familia del niño en la aplicación del paquete de transferencia para aumentar la cantidad de práctica y optimizar los resultados de la intervención.

Por su parte una revisión sistemática (Mailleux et al., 2021) de tres ensayos controlados aleatorios (ECA) simple ciego, que incluyeron 88 lactantes menores de dos años con uCP. En los que se utilizó una férula simple y blanda y cuya terapia diaria comprendió una hora por día durante 8 semanas en dos estudios y 30 min por día, durante 6 días a la semana en dos intervalos de seis semanas en el estudio restante. No se especificó si la terapia se ajustó a la edad y el nivel de función de los bebés. Estos ECA sugieren que la terapia de movimiento inducido por restricción modificada (mCIMT) es eficaz y segura para mejorar la función de las extremidades superiores en bebés con uCP. En un estudio, se encontró que el entrenamiento bimanual en comparación con mCIMT es igualmente efectivo. Aún no se han podido identificar predictores clínicos o neurológicos de la respuesta al tratamiento.

En otra revisión sistemática (Chiu & Ada, 2016) , de 31 ECA con nivel de evidencia moderada; en los cuales 15 compararon CIMT con ninguna intervención, 7 estudios compararon CIMT con un nivel superior de intervención de extremidades de igual intensidad en niños con parálisis hemiplejía con edades de 2-10 años, clasificados en el nivel I/II/III del Sistema de clasificación de habilidades manuales en la extremidad más afectada (es decir, capaces de manejar objetos sin o con comportamiento adaptativo). Las dosis utilizadas fueron 2-84 horas



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



durante 2-10 semanas. CIMT confirió mejores ganancias de actividad y participación que ninguna terapia, fue igualmente efectiva que el entrenamiento dirigido a objetivos (OT) de dosis combinada para producir ganancias de actividad y participación. Los autores propusieron que el mecanismo para las mejoras se relaciona con la intensidad de la práctica más que con el tipo de intervención.

## Terapia Bimanual

La terapia intensiva bimanual mano-brazo (HABIT) es una forma de entrenamiento bimanual intensivo eficaz para mejorar la cantidad y la calidad del uso de las extremidades superiores involucradas. Las terapias intensivas como HABIT a menudo se administran en entornos que requieren la supervisión individual de un intervencionista durante varias horas al día. Dichos modelos de práctica masiva pueden no ser apropiados para los niños más pequeños, pero no están disponibles en muchas comunidades y pueden ser una carga económica. Siendo así una barrera entre los servicios de rehabilitación y las familias. Por tanto, una forma de eludir las barreras es adaptar la rehabilitación clínica intensiva al entorno típico del niño.

El entrenamiento de habilidades impulsa la plasticidad del sistema motor. Esto implica una dificultad progresivamente mayor de la tarea, mientras que el uso no especializado de la mano implica la repetición de un movimiento que se puede realizar sin aprendizaje y que no aumenta de dificultad (BJ et al., 2019). Los modelos animales han demostrado la importancia del entrenamiento de habilidades en la rehabilitación. El entrenamiento de habilidades mejora los resultados motores y amplía el mapa motor de la extremidad afectada, mientras que el uso repetitivo no especializado de la extremidad afectada no produce cambios en el mapa ni recuperación motora. (Gordon et al., 2006). Los circuitos cerebrales que subyacen al control



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



motor en la parálisis cerebral unilateral, han sido bien caracterizados en un modelo animal. Específicamente, el trabajo en el modelo demostró que el entrenamiento de habilidades, impulsa la plasticidad de los mapas motores corticales y las conexiones corticoespinales. Este estudio aprovecha la comprensión de los ingredientes críticos en la rehabilitación de la parálisis cerebral unilateral para probar si el entrenamiento de habilidades cambia los mapas motores y la función de la mano en los niños. (Ouyang et al., 2020)

En una revisión sistemática con Nivel II de evidencia (Tervahauta et al., 2017) se reconoció el efecto de la terapia de movimiento inducido por restricción en comparación con el entrenamiento intensivo bimanual en niños con parálisis cerebral unilateral. La edad de los participantes osciló entre 1,5 y 16 años, fueron evaluados con el Sistema de Clasificación de Habilidad Manual en la función manual inicial, variando desde el Nivel I hasta el Nivel III. Se utilizó una dosis total de intervención que varió de 24 a 210 horas y la duración de una a diez semanas. En los estudios se midieron los resultados que evaluaron la función unimanual y bimanual de la mano y el brazo, la participación y el logro de metas individualizadas. En general, los tamaños del efecto no favorecieron a ninguna de las intervenciones en el seguimiento a corto o largo plazo

## Terapia Espejo

La terapia mediada por espejo se basa en la activación del sistema de neuronas espejo. Las neuronas espejo están presentes en la corteza premotora y la corteza parietal inferior; son células nerviosas que se activan cuando un individuo realiza un movimiento específico o se observa un movimiento específico de otra persona. En la terapia mediada por espejos, las neuronas espejo son activadas por el movimiento de observación del paciente de su propio



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



miembro superior (mano vacía), reflejado en un espejo. Este método fue introducido por primera vez por Rogers-Ramachandran y Ramachandran en el tratamiento del dolor fantasma en un paciente amputado en 1996, pero desde entonces, se han confirmado los efectos terapéuticos en varios trastornos, incluido el síndrome de dolor regional complejo (SDRC), accidente vascular cerebral (CVA, ictus), y CP (Nojima et al., 2012).

En la CP espástica unilateral, la terapia con espejo ha indicado que la ilusión visual de la extremidad funcional proporcionada por el espejo puede ayudar a la curación. Por medio de la retroalimentación visual, la visión y la percepción modificadas se estimula la plasticidad de la corteza premotora y se desarrolla la reorganización. En los estudios actuales, se ha demostrado que la terapia de espejo en pacientes hemipléjicos mejora la función y reduce la sensibilidad del hemiabandono.(Park et al., 2016)

En su ensayo clínico simple ciego de 30 niños con parálisis cerebral hemipléjica, cuyo objetivo fue examinar el efecto de la terapia del espejo en la mejora de la destreza y el agarre de los niños con parálisis cerebral hemipléjica, encontró mejoras significativas para la destreza manual después de la intervención. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos para el agarre, concluyendo que la terapia de espejo es una herramienta adicional eficaz que se puede añadir al programa de rehabilitación de niños con hemiparesia, para mejorar la destreza manual.

En una serie de casos cruzados controlados aleatorios replicados de (Auld et al., 2016), con participación de seis niños con UCP, con sistemas de clasificación de capacidad manual (MACS) I, II y III. Cuyo objetivo fue investigar el efecto del entrenamiento táctil y motor basado en espejos en el registro y la percepción táctiles en niños con parálisis cerebral unilateral (UCP).



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



Aplicando sesiones de 90 minutos, una de entrenamiento basado en el espejo y otra de práctica estándar, terapia bimanual, en orden alternado. El registro táctil (monofilamentos de Semmes Weinstein que es una prueba simple que permite evaluar la sensibilidad táctil y vibratoria en una zona determinada) y la percepción (localización doble simultánea o de un solo punto) se evaluaron antes y después de cada sesión. Se obtuvo como resultado que el entrenamiento basado en espejos confirió una percepción táctil mejorada en 4 de 6 participantes, pero no cambió con la terapia bimanual de control. No se registro cambio en el registro táctil en ninguno de los grupos.

### **Observación de la Acción**

La AOT es una técnica de rehabilitación novedosa, basada en la neurociencia básica y el reciente descubrimiento del sistema de neuronas espejo (MNS). La AOT comúnmente incluye la observación de acciones con la intención de imitar y la ejecución de las mismas, lo que permite a los pacientes practicar movimientos y tareas motoras de manera segura. (Shih et al., 2017)

A menudo, se suele describir como cuando se le pide al paciente que observe atentamente acciones presentadas a través de un videoclip o realizadas por un operador, con el fin de imitarlas, intentarlas y ejecutarlas después de la observación. El objetivo de AOT en la rehabilitación de personas con lesiones del sistema nervioso central (SNC) es proporcionar una herramienta para recuperar redes cerebrales dañadas y aprovechar para reconstruir la función motora a pesar de las deficiencias, como alternativa o complemento a la fisioterapia (Sarasso et al., 2015).

Sobre la base de los hallazgos neurofisiológicos, se ha sugerido que el uso de observaciones sistemáticas de acciones significativas seguidas de su ejecución, puede acelerar el



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



proceso de aprendizaje motor. Las áreas del cerebro responsables de este sistema de correspondencia entre la observación y la ejecución de la acción se conocen como el sistema de neuronas espejo e incluyen una red bilateral dentro de la corteza premotora frontal, parietal y temporo-occipital que subyace a la observación de la acción (Simon Martinez et al., 2018)

Evidencia actual informó que la AOT se está convirtiendo en la última opción de tratamiento entre otras intervenciones para niños con uCP en función de las extremidades superiores y sus actividades de la vida diaria. En su revisión sistemática, (Alamer et al., 2020) cuyo objetivo fue evaluar y examinar la efectividad de la terapia de observación de la acción en la rehabilitación de la función de las extremidades superiores en niños con parálisis cerebral hemipléjica, cada estudio contó con un grupo experimental en el que sus participantes recibieron AOT y/o combinados con terapia de movimiento inducido por restricción, en comparación con el grupo control que recibió, AOT simulado, (ver videos de juegos de computadora y fotografías de paisajes sin contenido motor específico) y/o entrenamiento físico repetitivo. Ocho estudios administraron AOT a través de videos dirigidos a objetivos con contenidos específicos de habilidades motoras de mano/brazo y luego, se pidió a los participantes que ejecutaran la misma acción, sólo un estudio involucró AOT domiciliario con práctica repetida. La duración del entrenamiento varió de 20 minutos a 1 hora por sesión, de 1 a 5 veces por semana, durante tres semanas a seis meses. Las características de la intervención expresadas como valores medios fueron: 12 min de AOT para cada sesión; 4 min para cada video; 10,7 min de rendimiento de acción observado; 5 sesiones a la semana; la duración total del tratamiento fue de 46 días tanto en el grupo control como en el grupo intervenido. Los resultados obtenidos en esta revisión indicaron que de los nueve ensayos, ocho de ellos confirmaron que la función corporal de los niños con PC mejoró significativamente en los grupos AOT en comparación con los grupos de



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



control en todas las medidas de resultado (AHA, MA2), así como una mejora considerable en la recuperación de la función de las extremidades superiores en ambas medidas de resultado (AHA y MA2), de igual forma siete estudios demostraron que AOT tiene efectos beneficiosos sobre las actividades y la participación, que fueron medidas mediante el uso de la prueba ABILHAND-Kids, BBT, WeeFIM y QUEST.

## Realidad Virtual

La realidad virtual es una tecnología informática que proporciona retroalimentación sensorial artificial para permitir que las personas experimenten actividades y eventos similares a los que podrían encontrar en la vida real. Las personas pueden desarrollar habilidades motoras en un entorno virtual tridimensional que se asemeja al mundo real (Fandim et al., 2021).

Las aplicaciones de realidad virtual utilizan simulaciones interactivas que responden al movimiento de un usuario, de modo que un niño puede interactuar dentro de un entorno virtual mientras realiza actividades funcionales. Levac et al, resumió varios "ingredientes activos" (es decir, atributos) que la RV puede proporcionar para ayudar a los niños a mejorar en la rehabilitación: El sistema y los juegos de RV crean un entorno de ejercicio en el que los niños pueden aumentar la duración, la intensidad y la frecuencia de la práctica.

La RV permite a los pacientes participar en un programa de rehabilitación con motivación y disfrute, aumentando la adherencia permitiendo optimizar el aprendizaje motor, que luego puede conducir a cambios neuroplásticos (Leal et al., 2020). A través de estos atributos, la RV puede mejorar efectivamente la estructura y función corporales deterioradas del niño (p. ej., rango de movimiento mejorado, mayor fuerza muscular) y disminuir la actividad

limitada (p. ej., mejorar la capacidad de alcance, la función de agarre o la capacidad de



SC-CER96940



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE.  
*¡Seguimos avanzando!*



deambulaci3n). Los pacientes elegibles para la terapia de realidad virtual son aquellos que carecen de cualquier problema visual o auditivo, funci3n cognitiva adecuada, cooperaci3n y motivaci3n adecuadas, ausencia de una contractura articular significativa que impida los ejercicios y ausencia de espasticidad severa. (Fandim et al., 2021)

Una revisi3n de (Rathinam et al., 2018) cuyo objetivo fue determinar la efectividad de la RV como una intervenci3n para mejorar la funci3n de la mano en ni1os con PC en comparaci3n con la fisioterapia convencional u otras intervenciones terap3uticas, para la cual se incluyeron 6 ECA que utilizaron como intervenci3n, t3cnicas de realidad virtual sin inmersi3n en el grupo experimental y fisioterapia convencional acompa1ado en dos estudios de terapia ocupacional en el grupo control. Encontr3 datos contradictorios en los 6 ECAS. Cuatro de estos informaron una mejoría en la funci3n de la mano, mientras que 2 estudios no informaron ninguna mejoría. En cuanto a los tiempos de intervenci3n Rostami et al. sugiri3 que 4 semanas de intervenci3n (3 sesiones/ semana) dieron como resultado una mejor funci3n de la mano. As3 mismo Chiu et al. sugiri3 que se requieren al menos 6 semanas de intervenci3n para encontrar un efecto medible en la funci3n de la mano. Sin embargo, Reid y Campbell comentaron que 8 semanas de intervenci3n (1 sesi3n/semana) pueden no ser suficientes para producir cambios significativos. En el estudio de Rostami et al, la duraci3n total de la intervenci3n intensiva para el grupo de RV fue de 1080 minutos en 4 semanas en comparaci3n con Reid y Campbell, que fue de 720 minutos en 8 semanas. Esto sugiere que es m3s probable que una intervenci3n intensiva de RV resulte en una mejora significativa.

En su estudio (Shamy & Banna, 2020) en el cual se investig3 el efecto del entrenamiento de Wii en la funci3n de la mano en ni1os con par3lisis cerebral hemipl3jica para el cual se cont3

con 40 ni1os entre 8 y 12 a1os, distribuidos en igual proporci3n en un grupo experimental que



SC-CER96940



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



recibió, entrenamiento Wii además de la atención habitual y un grupo control que recibió únicamente atención habitual. La dosis de entrenamiento de Wii fue de 40 minutos, tres veces por semana durante 12 semanas, el contenido del entrenamiento consistía en practicar cuatro juegos de Wii: (1) tenis; (2) boxeo; (3) bolos; y (4) baloncesto. Por otra parte, la dosis de atención habitual fue de 1 hora, tres veces por semana durante 12 semanas. El contenido de la atención habitual consistía en estiramientos pasivos para los flexores del codo y la muñeca, ejercicios con carga de peso para las extremidades superiores y empuje extensor protector para estimular las reacciones protectoras de las extremidades superiores así como ejercicios que facilitaron las habilidades manuales incluyendo alcance, agarre, transporte y liberación básicos, habilidades de manipulación con la mano y uso bilateral de la mano, como resultados encontró una disminución de la espasticidad y un aumento en la fuerza de agarre y la función de la mano en el grupo experimental en comparación con la atención habitual sola.

## Robótica

Un robot se define como un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para mover materiales, piezas o dispositivos especializados a través de movimientos programados variables para realizar una tarea (Pignolo, 2009) Karel Capek, introdujo el término “Robot” por primera vez en 1921, en una obra teatral denominada Rossum's universal Robots (en español: “los robots universales de Rossum”). Donde describió máquinas inteligentes que, aunque se crearon para servir a los humanos, dominaban el mundo y destruían la humanidad. Desde ese entonces hasta el presente, esa idea ha evolucionado y se ve el gran avance en la concepción e implementación de la robótica, como lo es en terapias de rehabilitación. Recientemente, la terapia robótica se ha explorado como un método para mejorar el rendimiento motor en niños

con PC. Los robots de rehabilitación pueden proporcionar un "entrenamiento intensivo y



SC-CER96940



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



controlado para tareas específicas, dirigido a objetivos y cognitivamente atractivo", La ventaja más importante del uso de la tecnología robótica en la intervención de rehabilitación es la capacidad de brindar entrenamiento de alta intensidad y dosis altas. Esta propiedad hace que la terapia robótica sea una tecnología novedosa y prometedora para la rehabilitación de pacientes con trastornos motores causados por un accidente cerebrovascular o una enfermedad de la médula espinal .(Chang & Kima, 2013)

En su revisión sistemática, (Chen & Howard, 2016) cuyo propósito fue examinar sistemáticamente los efectos de la terapia robótica en la función de las extremidades superiores en niños con parálisis cerebral (PC), en los cuales la edad de los participantes osciló entre 4 y 18 años, y se encontraban considerados con discapacidad moderada a grave en la motricidad fina. Las intervenciones variaron, 4 estudios utilizaron InMotion y realizaron terapia asistida por robot pura; 3 estudios utilizaron NJIT-RAVR y combinaron terapia robótica y juegos de realidad virtual; 1 estudio utilizó la terapia robótica combinada InMotion2 y la inyección de toxina botulínica tipo A (BTX-A); y en 1 estudio los niños recibieron terapia convencional y terapia robótica. Las dosis de intervención también variaron: entre los estudios que utilizaron el sistema NJITRAVR, la dosis fue de 60 minutos por sesión, 3 sesiones por semana, durante 3 semanas; para estudios que utilizaron InMotion2, la dosis fue de 60 minutos por sesión, 2 sesiones por semana, durante 8 semanas; y el estudio que utilizó CosmoBot tuvo una dosis de 20 minutos por sesión, 2 sesiones por semana, durante 5 semanas. Dentro de los resultados se encontró que, en los estudios que emplearon sistema (InMotion2), el tono muscular disminuyó, las variables cinemáticas mejoraron al igual que el resultado usando todas las herramientas de evaluación clínica (Fugl-Meyer, QUEST, Melbourne, Reaching Performance Scale y Parent Questionnaire) para niños con hemiplejía. En el estudio que utilizó terapia robótica sin contacto (CosmoBot) se



*Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



mostró una tendencia hacia la mejora del ángulo de supinación más que la terapia convencional. Cuando la terapia asistida por robot se combinó con juegos de realidad virtual, los niños mejoraron su cinemática de alcance; sin embargo, sus mejoras en la evaluación clínica utilizando Melbourne fueron inconsistentes. Por último, para el estudio de caso que combinó la terapia asistida por robot con la inyección de BTX-A, el tono muscular disminuyó significativamente y las puntuaciones en las herramientas de evaluación clínica (Fugl-Meyer y QUEST) mejoraron. Esta revisión sistemática confirma el potencial de la terapia robótica para lograr mejoras en la función de la extremidad superior en niños con parálisis cerebral. Sin embargo, la escasez de estudios exige la necesidad de una investigación más rigurosa antes de que se puedan hacer recomendaciones concluyentes.

### **Entrenamiento para Tareas Específicas y Umbral de Aplicación para las Intervenciones**

El entrenamiento para tareas específicas es una intervención que “se enfoca en mejorar el desempeño en tareas funcionales a través de la práctica y la repetición dirigidas a objetivos” El entrenamiento para tareas específicas difiere del entrenamiento motor que se centra en entrenar movimientos individuales (Bayona et al., 2005). El entrenamiento de tareas específicas reconoce que la adquisición de habilidades motoras es más que la capacidad física para realizar un movimiento y que además de que el niño realice una tarea compleja, la transferencia de la habilidad a la vida cotidiana del niño es una parte integral de la intervención. (Jackman et al., 2020)

Una revisión sistemática de (Jackman et al., 2020) con 74 artículos, cuyo propósito fue explorar la dosis de práctica de las extremidades superiores necesaria para que los niños con PC logren mejoras clínicamente significativas. Para la cual se incluyeron intervenciones activas



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



(específicas de la tarea) del miembro superior, es decir debían tener movimiento activo del miembro superior y práctica de tareas completas o parciales relevantes para la edad del niño. Las medidas de resultados tenidas en cuenta fueron la AHA y la COPM debido a que presentaron mayor frecuencia dentro de los estudios elegibles, estas reflejan los cambios motores de las extremidades superiores y el logro de objetivos individuales, respectivamente. La edad de los participantes varió de 0 a 18 años. Para el análisis de los resultados se desarrollaron cinco preguntas, que permitieron la interpretación de los mismos:

1. ¿Es el entrenamiento específico para tareas (incluido el entrenamiento dirigido a objetivos o el entrenamiento funcional con práctica de tareas parciales) más eficaz que el entrenamiento no funcional? Los resultados indican que las intervenciones no funcionales no son efectivas para lograr resultados exitosos en AHA o COPM. Sin embargo, no hubo una asociación estadísticamente significativa entre el éxito y el tipo de entrenamiento.

2. ¿Cuál es la dosis mínima total (incluida la terapia y la práctica domiciliaria) de entrenamiento de tareas específicas que probablemente conduzca a mejoras clínicamente significativas en la capacidad motora (AHA) y el logro de objetivos individuales (COPM)? Un total de 25 estudios, incluidas 41 intervenciones de entrenamiento funcional o dirigidas a objetivos, contribuyeron a los análisis de la AHA, Los resultados arrojaron que los niños necesitaban practicar durante aproximadamente 40,4 horas para lograr mejoras clínicamente significativas. Por otra parte, un total de 20 estudios, incluidas 33 intervenciones funcionales o dirigidas a objetivos contribuyeron a los análisis cuantitativos de COPM, los cuales indican que el logro de objetivos individuales, se puede lograr en una dosis más baja utilizando intervenciones dirigidas a objetivos (25,5 horas) en comparación con intervenciones funcionales

(57,4 horas). Las intervenciones dirigidas a objetivos incluyeron un valor atípico significativo





ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

*¡Seguimos avanzando!*



donde se brindó en una dosis mucho más alta a niños menores de 2 años. Todas las demás intervenciones dirigidas a objetivos involucraron a niños mayores de 4 años.

3. ¿Puede la práctica domiciliaria complementar la dosis de terapia proporcionada cara a cara para lograr objetivos individuales? Para las intervenciones dirigidas a objetivos, la proporción promedio fue de 40-60 horas de terapia a práctica en el hogar, lo que sugiere que es probable que una media de 25 horas (10 horas cara a cara más 15 horas en el hogar) conduzca al logro del objetivo cuando se cumplen tres objetivos individuales. Para las intervenciones funcionales, la proporción promedio fue de 66 a 34 horas. Esto podría sugerir que se necesitan 57h de entrenamiento funcional para lograr el éxito en el COPM (37,6 h de cara a cara más 19,4 h de práctica en casa).

4. ¿La terapia “intensiva” proporcionada tres veces o más por semana es más efectiva que la terapia proporcionada a menor intensidad? Aquellos que recibieron intervención cara a cara con un terapeuta tres veces por semana o más tenían 1,94 veces más probabilidades de éxito en la AHA, aunque esto no fue estadísticamente significativo. La intensidad no predijo el éxito o el fracaso en la COPM.

## Discusión

Esta monografía de compilación cuyo propósito principal fue brindar información sobre la efectividad de los diferentes modelos de atención en la rehabilitación de la mano del niño con parálisis cerebral hemipléjica, encontró una variedad de intervenciones que proporcionan buen aporte científico para guiar al fisioterapeuta en el manejo de esta población, los estudios incluidos presentaron calificación de calidad de evidencia moderada a alta. Dos enfoques terapéuticos que han recibido mucha atención recientemente son la CIMT, en la que se restringe



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



el uso de la mano y el brazo menos afectados para fomentar el uso de la extremidad superior más afectada, y la terapia bimanual intensiva. Dentro de estas intervenciones se destaca el uso de la terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT), siendo esta la que presenta mayor evidencia disponible, reportando efectos de tratamiento moderados a fuertes en la mejora de la función, calidad y eficiencia del movimiento, así como mejor rendimiento bimanual y capacidad unimanual del miembro superior deteriorado. Así mismo se resalta la terapia bimanual intensiva como otra intervención basada en actividades bien conocida para el miembro superior, en la cual se encontraron mejoras en la destreza y el rendimiento de los objetivos funcionales, pero no en el rendimiento bimanual resaltando que parece ser segura para los niños con parálisis cerebral.

De antemano al comparar la terapia de inducida por restricción con el entrenamiento intensivo bimanual (HABBIT) no es posible concluir si la una es más efectiva que la otra en niños con parálisis cerebral unilateral. (Tervahauta et al., 2017) Sin embargo, CIMT produce mejor capacidad unimanual del brazo afectado en comparación con HABBIT. Y un beneficio potencial de HABBIT es que los participantes pueden obtener mejoras tanto en el desempeño bimanual como en las metas de vida generales autodeterminadas. Una combinación de CIMT y HABBIT podría ser una opción para mejorar la función del brazo en niños con parálisis cerebral unilateral en el futuro. (Dong et al., 2012)

De igual forma se encontró como intervención prometedora dentro de la rehabilitación infantil la implementación de la terapia de observación de la acción, generando efectos positivos sobre la función general de las extremidades superiores, así como en las actividades y la participación de la vida diaria. Seguidamente se destaca el papel de la realidad virtual en esta población, de acuerdo a la evidencia encontrada, genera beneficios significativos como lo son:

disminución de la espasticidad, aumento en la fuerza de agarre y la función de la mano,





resaltando la importancia de la terapia de RV de forma intensiva para el logro de dichos resultados.



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Por otra parte, la evidencia respalda el potencial de la robótica como intervención para la función de la mano en niños con parálisis cerebral hemipléjica reportando mejoras en lo que respecta a las variables cinemáticas, disminución del tono muscular y ángulo de supinación y al ser combinada con juegos de realidad virtual, se obtuvo además mejoría en la cinemática de alcance. Sin embargo, la escasez de estudios acerca de dicho modelo dificulta la realización de recomendaciones concluyentes.

Dentro de las intervenciones cuya evidencia es escasa, pero se muestra resultados favorables se encuentra la terapia espejo que demuestra potencial para mejorar la percepción táctil y la destreza manual en niños con parálisis cerebral unilateral, considerando su realización como un tratamiento sencillo, económico y asequible en los centros de rehabilitación y en el hogar.

Por otra parte, aunque la dosis umbral exacta de la terapia para que el niño con parálisis cerebral presente mejoras funcionales significativas sigue sin estar clara, la evidencia actual menciona que, para mejorar la capacidad motora en estos niños, se necesita una mayor dosis de práctica, probablemente de 30 a 40 horas. Si el propósito de la intervención es lograr objetivos individuales, las intervenciones dirigidas a objetivos, en las que se practican los objetivos, en lugar de centrarse en las habilidades subyacentes, son más eficaces, Sin embargo, la dosis es solo un factor al considerar las intervenciones apropiadas; hay muchos componentes críticos, incluyendo la eficacia y el disfrute de la terapia.(Jackman et al., 2020)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



La síntesis de los resultados de estos estudios brinda algunas pautas clínicas claras que sirven de guía para el fisioterapeuta en el proceso de rehabilitación. Principalmente la terapia debe estar dirigida a objetivos, teniendo en cuenta los identificados por los niños y sus cuidadores, de igual forma las metas deben medirse objetivamente, se deben utilizar enfoques de aprendizaje que utilicen terapia basada en actividades, además la intervención debe proporcionar una dosis adecuada de terapia y por último los resultados de la misma deben medirse objetivamente mediante el uso de medidas confiables y válidas.

Para finalizar es importante mencionar la realidad de algunos sectores de nuestro país, en los cuales se dificulta la realización de algunas de estas intervenciones por determinados aspectos: en primer lugar, la falta de acceso a tecnología innovadora la cual es menciona en algunos artículos, debido en gran parte a los costos elevados de los elementos empleados para su ejecución. En segundo lugar, el desconocimiento de los parámetros de cada una de estas intervenciones por parte del profesional, llevándolo a brindar su atención basada únicamente en conocimiento empírico. En tercer lugar, en muchos de los centros de rehabilitación la corrupción de sus directivos y la falta de solidaridad para con los más vulnerables conduce al deterioro de la infraestructura, insuficiencia de insumos o materiales necesario para que el tratamiento se realice en óptimas condiciones limitando en gran medida que estas estrategias con buena evidencia científica se ejecuten y por tanto se pierde la oportunidad de un tratamiento efectivo en algunos pacientes.

Es fundamental que los profesionales del área de rehabilitación se formen con sentido social para así, favorecer el desarrollo del mismo, desde las acciones del quehacer profesional para que ejecuten y creen nuevas estrategias de intervención que permitan brindar un servicio de



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Conclusiones

Conociendo la importancia de la función manual para el desarrollo e independencia del niño en los diferentes contextos, el fisioterapeuta debe abordar sus deficiencias de manera integral a través de intervenciones eficaces que permitan a su vez el disfrute y la adherencia a la terapia.

Las intervenciones como la terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT), terapia bimanual, terapia espejo, observación de la acción, realidad virtual y la robótica constituyen modelos de intervención que deben implementarse dentro de los protocolos de rehabilitación por sus niveles de evidencia, su efectividad, el apego al tratamiento y los efectos potenciales que traen para los niños con parálisis cerebral hemiplejía en las diferentes funciones de la mano.

Los profesionales de fisioterapia deben basar sus procesos de rehabilitación en las buenas prácticas clínicas con evidencia científica y dejar de lado aquellas intervenciones basadas únicamente en conocimientos empíricos, esto con el único fin de lograr atención de calidad en sus pacientes, brindando la oportunidad de alcanzar objetivos con resultados significativos en períodos más cortos.



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



## Abreviaturas

Parálisis cerebral (PC)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Parálisis cerebral hemipléjica HCP

Parálisis cerebral unilateral uCP

Sistema de clasificación de la función motora gruesa (GMFCS)

Sistema de clasificación de habilidades manuales (MACS)

Articulaciones Metacarpofalángicas (MCF)

Articulaciones interfalángicas (IF)

Articulación interfalángica proximal (IFP)

Superficie articular distal (IFD)

Asociación de Ergonomía de México (SEMAM)

Tracto corticoespinal (CST)

Fuerza de agarre (GF)

Fuerza de carga tangencial (LF)



SC-CER96940



Terapia ocupacional (OT)

*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)

Terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT)  
CIMT modificado (CIMTm)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Estimulación magnética transcraneal (TMS)

Amplitudes del potencial evocado motor (MEP)

Imagen funcional de resonancia magnética (fMRI)

Ensayos controlados aleatorios (ECA)

Terapia intensiva bimanual mano-brazo (HABIT)

Síndrome de dolor regional complejo (SDRC)

Accidente vascular cerebral (ACV)

Sistema de neuronas espejo (MNS)

Observación de la acción (AOT)

### Referencias Bibliográficas

Arnould, C., Bleyenheuft, Y., & Thonnard, J. L. (2014). Hand functioning in children with cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 5 APR(April), 1–10.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00048>

Azzam, A. M. (2012). *file:///C:/Users/57320/Downloads/mendeley/mja2.12106.pdf Strength in Hemiplegic Cerebral Palsy in Children*. 2(6). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000116>

Basu, A. P., Pearse, J., Kelly, S., Wisher, V., & Kisler, J. (2015). Early intervention to improve hand function in hemiplegic cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 5(January), 1–9.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



- Bleyenheuft, Y., & Steenbergen, B. (2013). *Pathophysiology of impaired hand function in children with unilateral cerebral palsy*. 55, 32–37. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12304>
- Calzada, V. V. C., Vidal, R. C. A., & Díaz Lombardo, G. (2014). Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Revista Mexicana de Ortopedia Pediatría*, 16, 6–10. <http://www.medigraphic.com/opediatria>
- Colver, A., Fairhurst, C., & Pharoah, P. O. D. (2014). Cerebral palsy. *The Lancet*, 383(9924), 1240–1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61835-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61835-8)
- Das, S. P., & Ganesh, G. S. (2018). Symposium - Hindfoot and Ankle Trauma. *Indian*, 52(may), 161–169. <https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho>
- Eliasson, A., Krumlinde-sundholm, L., Birgit, R., Beckung, E., Arner, M., Rosenbaum, P., Eliasson, A., Krumlinde-sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, A., & Ot, A. E. (2006). *The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability How to cite this article: The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy*. 549–554. <https://doi.org/10.1017/S0012162206001162>
- Eyre, J. A., Smith, M., Dabydeen, L., Clowry, G. J., Petacchi, E., Battini, R., Guzzetta, A., & Cioni, G. (2007). *Is Hemiplegic Cerebral Palsy Equivalent to Amblyopia of the Corticospinal System?* 493–503. <https://doi.org/10.1002/ana.21108>
- Friel, K. M., Chakrabarty, S., & Martin, J. H. (2013). *Pathophysiological mechanisms of*



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



*developing brain*, 55, 27–31. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12303>

Gómez-López, S., V.H, J., Gutiérrez, P., Margarita, C., M, H., & A, G. (2013). Parálisis Cerebral Infantil. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 76(1), 30–39.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3679/367937046008.pdf>

González, R. (2007). La mano, origen, evolución y su papel en la sociedad: formation, évolution et rôle dans la société. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 21(2), 5.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-215X2007000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-215X2007000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Gordon, A. M. (2011). *To constrain or not to constrain , and other stories of intensive upper extremity training for children with unilateral cerebral palsy*.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04066.x>

Gordon, A. M., Charles, J., Steenbergen, B., Sciences, B., Colledge, T., & Al, G. E. T. (2006). *Fingertip force control during bimanual object lifting in hemiplegic cerebral palsy*. 60(5), 587–591. <https://doi.org/10.1203/01.pdr.0000242370.41469.74>

Gordon, A. M., Hung, Y. C., Brandao, M., Ferre, C. L., Kuo, H. C., Friel, K., Petra, E., Chinnan, A., & Charles, J. R. (2011). Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(8), 692–702. <https://doi.org/10.1177/1545968311402508>

Gysin, P., Kaminski, T. R., Hass, C. J., Grobet, E., & Gordon, A. M. (2008). *Effects of Gait Variations on Grip Force Coordination During Object Transport*. *file:///C:/*, 2477–2485.  
<https://doi.org/10.1152/jn.90561.2008>.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)





ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Holmström, L., Vollmer, B., Tedroff, K., Islam, M., Annika, P., Hans, K., Eliasson, F. A., & Ke, J. (2009). *Hand function in relation to brain lesions and corticomotor-projection pattern in children with unilateral cerebral palsy*. 145–152. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03496.x>

Klevberg, G. L., Østensjø, S., Krumlinde-Sundholm, L., Elkjær, S., & Jahnsen, R. B. (2017). *Hand Function in a Population-Based Sample of Young Children with Unilateral or Bilateral Cerebral Palsy*. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 37(5), 528–540. <https://doi.org/10.1080/01942638.2017.1280873>

Korzeniewski, S. J., Slaughter, J., Lenski, M., Haak, P., & Paneth, N. (2018). *The complex aetiology of cerebral palsy*. *Nature Reviews Neurology*, 14(9), 528–543. <https://doi.org/10.1038/s41582-018-0043-6>

Michael-Asalu, A., Taylor, G., Campbell, H., Lelea, L. L., & Kirby, R. S. (2019). *Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update*. *Advances in Pediatrics*, 66, 189–208. <https://doi.org/10.1016/j.yapd.2019.04.002>

Novak, I. (2014). *Revista de neurología infantil*.

novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., Stumbles, E., Wilson, S. A., & Goldsmith, S. (2013). *A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence*. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(10), 885–910. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12246>

Novak, I., Morgan, C., Adde, L., Blackman, J., Boyd, R. N., Brunstrom-Hernandez, J., Cioni, G.,

Damiano, D., Darrah, J., Eliasson, A. C., De Vries, L. S., Einspieler, C., Fahey, M.,



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Fehlings, D., Ferrero, D. M., Fetters, L., Fiori, S., Forssberg, H., Gordon, A. M., ...  
Badawi, N. (2017). Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy:

Advances in diagnosis and treatment. *JAMA Pediatrics*, 171(9), 897–907.

<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.1689>

Novakfile:///C:/Users/57320/Downloads/mendeley/jamapediatrics.2017.1689.pdf;file:///C:/Users/57320/Downloads/mendeley/jamapediatrics.2017.1689.pdf. (2014). Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 29(8), 1141–1156. <https://doi.org/10.1177/0883073814535503>

Öhrvall, A. M., Eliasson, A. C., Löwing, K., Ödman, P., & Krumlinde-Sundholm, L. (2010). Self-care and mobility skills in children with cerebral palsy, related to their manual ability and gross motor function classifications. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(11), 1048–1055. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03764.x>

Ordoñez, T., Delgado, L., & Gutierrez, E. (2017). *Efectividad de la terapia por restricción del lado sano para la función de la mano espástica del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática y meta-análisis*. 219.

Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N., & Pringsheim, T. (2013). <file:///C:/Users/57320/Downloads/mendeley/fneur-05-00281.pdf>. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(6), 509–519. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12080>

Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Wood, E., & Galappi, B. (2008). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 214–223(2).



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Park, E. S., Sim, E. & Rha, D. wook. (2011). Effect of upper limb deformities on gross motor and upper limb functions in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2389–2397. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.021>

Patel, D. R., Neelakantan, M., Pandher, K., & Merrick, J. (2020). Cerebral palsy in children: A clinical overview. *Translational Pediatrics*, 9(1), S125–S135.  
<https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01>

Rethlefsen, S. A., Ryan, D. D., & Kay, R. M. (2010). Classification systems in cerebral palsy. *Orthopedic Clinics of North America*, 41(4), 457–467.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocl.2010.06.005>

Saleh, M. N., Korner-Bitensky, N., Snider, L., Malouin, F., Mazer, B., Kennedy, E., & Roy, M. A. (2008). Actual vs. best practices for young children with cerebral palsy: A survey of paediatric occupational therapists and physical therapists in Quebec, Canada. *Developmental Neurorehabilitation*, 11(1), 60–80.  
<https://doi.org/10.1080/17518420701544230>

Scheck, S. M., Boyd, R. N., & Rose, S. E. (2012). *New insights into the pathology of white matter tracts in cerebral palsy from diffusion magnetic resonance imaging : a systematic review*. 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04332.x>

Staudt, M. (2010). Brain Plasticity Following Early Life Brain Injury : Insights From Neuroimaging of Early Brain Lesions. *YSPER*, 34(1), 87–92.  
<https://doi.org/10.1053/j.semperi.2009.10.009>

Te Velde, A., Morgan, C., Novak, I., Tantsis, E., & Badawi, N. (2019). Early diagnosis and



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)

Arnould, C., Bleyenheuft, Y. y Thonnard, JL (2014). Funcionamiento de la mano en niños con parálisis cerebral. *Fronteras en neurología* , 5 , 48.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00048>

Das, SP y Ganesh, GS (2019). Enfoque basado en la evidencia de la fisioterapia en la parálisis cerebral. *Revista india de ortopedia* , 53 (1), 20–34.

[https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho\\_241\\_17](https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho_241_17)

Klevberg, GL, Østensjø, S., Krumlinde-Sundholm, L., Elkjær, S. y Jahnsen, RB (2017). Función de la mano en una muestra poblacional de niños pequeños con parálisis cerebral unilateral o bilateral. *Terapia física y ocupacional en pediatría* , 37 (5), 528-540.

<https://doi.org/10.1080/01942638.2017.1280873>

Fauconnier, Jérôme y col. "Participación en situaciones de la vida de niños de 8 a 12 años con parálisis cerebral: estudio transversal europeo". *BMJ* 338

(2009). <https://doi.org/10.1136/bmj.b1458>

Michael-Asalu, A., Taylor, G., Campbell, H., Lelea, LL y Kirby, RS (2019). Parálisis cerebral: diagnóstico, epidemiología, genética y actualización clínica. *Avances en pediatría* , 66 ,

189-208. <https://doi.org/10.1016/j.yapd.2019.04.002>

Günel MK. *Fisioterapia para niños con parálisis cerebral*. Editor de acceso abierto INTECH;



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2011). Boletín de Censo sobre discapacidad en Colombia. (2011). Recuperado

de <http://www.dane.gov.co/censo/files/boletines/discapacidad.pdf>.

Patel, DR, Neelakantan, M., Pandher, K. y Merrick, J. (2020). Parálisis cerebral en niños: una descripción clínica. *Pediatría traslacional* , 9 (Suppl 1), S125 – S135.

<https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01>

Basu, AP, Pearse, J., Kelly, S., Wisher, V. y Kisler, J. (2015). Intervención temprana para mejorar la función de la mano en la parálisis cerebral hemipléjica. *Fronteras en neurología* , 5 , 281. <https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00281>

Tomhave, W. A., Van Heest, A. E., Bagley, A., & James, M. A. (2015). Affected and contralateral hand strength and dexterity measures in children with hemiplegic cerebral palsy. *The Journal of hand surgery*, 40(5), 900-907. [https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1016/j.jhsa.2014.12.039](https://doi.org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1016/j.jhsa.2014.12.039)

Novak, I. (2014). Evidence-Based Diagnosis, Health Care, and Rehabilitation for Children With Cerebral Palsy. *Revista de neurología infantil* , 29 (8), 1141-1156. <https://doi.org/10.1177/0883073814535503>

de Oliveira, LDS y Golin, MO (2017). Técnica para redução do tônus e alongamento muscular passivo: efeitos na amplitude de movimento de crianças com paralisia cerebral espástica. *Ciencias de la salud ABCS* , 42 (1). <https://doi.org/10.7322/abcshs.v42i1.946>



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
¡Seguimos avanzando!



Arnould, C., Bleyenheuft, Y. y Thonnard, JL (2014). Funcionamiento de la mano en niños con parálisis cerebral. *Fronteras en neurología* , 5 , 48.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00048>

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., ... y Jacobsson, B. (2007). Un informe: la definición y clasificación de la parálisis cerebral de abril de 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* , 109 (suplemento 109), 8-14.

Eliasson, AC, Krumlinde-Sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, AM y Rosenbaum, P. (2006). El Sistema de Clasificación de Habilidad Manual (MACS) para niños con parálisis cerebral: desarrollo de escalas y evidencia de validación. *Alamer, A., Melese, H., & Adugna, B. (2020). Effectiveness of Action Observation Training on Upper Limb Motor Function in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials*. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics, Volume 11*, 335–346. <https://doi.org/10.2147/phmt.s266720>

Arnould, C., Bleyenheuft, Y., & Thonnard, J. L. (2014). Hand functioning in children with cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 5 APR(April), 1–10.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00048>

Auld, M. L., Johnston, L. M., Russo, R. N., & Moseley, G. L. (2016). *A Single Session of Mirror-based Tactile and Motor Training Improves Tactile Dysfunction in Children with Unilateral Cerebral Palsy : A Replicated Randomized Controlled Case Series.*

<https://doi.org/10.1002/pri.1674>

Bayona, N. A., Bitensky, J., Salter, K., & Teasell, R. (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 12(3), 58–65.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)





BJ, H., MA, W., MN, T., ML, J., LM, C., & C, I. (2019). *Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy (Review)*.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD004149.pub3.www.cochranelibrary.com>

Brady, K., & Garcia, T. (2009). Constraint-induced movement therapy (CIMT): Pediatric applications. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(2), 102–111.

<https://doi.org/10.1002/ddrr.59>

Chang, W. H., & Kima, Y. (2013). *Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation*. 15(3), 174–181.

Chen, Y. P., & Howard, A. M. (2016). Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation*, 19(1), 64–71. <https://doi.org/10.3109/17518423.2014.899648>

Chiu, H. C., & Ada, L. (2016). Constraint-induced movement therapy improves upper limb activity and participation in hemiplegic cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 62(3), 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.05.013>

Christmas, P. (2019). Constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health (United Kingdom)*, 29(11), 495–497. <https://doi.org/10.1016/j.paed.2019.07.014>

Das, S. P., & Ganesh, G. S. (2019). Evidence-based Approach to Physical Therapy in Cerebral Palsy Abstract. *Revista India de Ortopedia*, 53(may), 20–34.

<https://doi.org/10.4103/ortho.IIOrtho>







ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Dong, V. A., Tung, W. Y. H., Siu, H. W., & Fong, K. N. (2012). *Studies comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with unilateral cerebral palsy : A systematic review*. 852, 1–11.

<https://doi.org/10.3109/17518423.2012.702136>

Eliasson, A. C., Forssberg, H., Hung, Y. C., & Gordon, A. M. (2006). Development of hand function and precision grip control in individuals with cerebral palsy: A 13-year follow-up study. *Pediatrics*, 118(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2768>

Eliasson, A. C., & Gordon, A. M. (2000). A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countriesfile. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(4), 228–234. <https://doi.org/10.1017/S0012162200000396>

Fandim, J. V., Saragiotto, B. T., Porfírio, G. J. M., & Santana, R. F. (2021). Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 25(4), 369–386.

<https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.11.003>

Gordon, A. M., Charles, J., & Wolf, S. L. (2006). *Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy on Involved Upper- Extremity Use in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy Is Not Age- Dependent Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy on Involved Upper- Extremity Use in Children With Hemiplegic C. December 2013*.

<https://doi.org/10.1542/peds.2005-1009>

Hoare, B., Imms, C., Carey, L., & Wasiak, J. (2007). Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: A Cochrane

systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 21(8), 675–685.



SC-CER96940



“Formando líderes, para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



Jackman, M., Lannin, N., Galea, C., Sakzewski, L., Miller, L., & Novak, I. (2020). What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review. *Australian Occupational Therapy Journal*, 67(3), 269–280.  
<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12666>

Jamali, A. R., & Amini, M. (2018). The effects of Constraint Induced Movement Therapy on functions of Children With Cerebral Palsy. *Iranian Journal of Child Neurology*, 12(4), 16–27. <https://doi.org/10.22037/ijcn.v12i4.14801>

Kanapandji, A. (2006). *Fisiología articular tomo 3 (6ta edicion)*. Medica panamericana.

Kleim, J. A. (2011). Neural plasticity and neurorehabilitation: Teaching the new brain old tricks. *Journal of Communication Disorders*, 44(5), 521–528.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.04.006>

Leal, A. F., Da Silva, T. D., Lopes, P. B., Bahadori, S., De Araújo, L. V., Da Costa, M. V. B., De Moraes, Í. A. P., Marques, R. H., Crocetta, T. B., De Abreu, L. C., & Monteiro, C. B. D. M. (2020). The use of a task through virtual reality in cerebral palsy using two different interaction devices (concrete and abstract) - A cross-sectional randomized study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00689-z>

Mailleux, L., De Beukelaer, N., Carbone, M. B., & Ortibus, E. (2021). Early interventions in infants with unilateral cerebral palsy: A systematic review and narrative synthesis. *Research in Developmental Disabilities*, 117(August). <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.104058>



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



McIntyre, S., Taitz, D., Keogh, J., Goldsmith, S., Badawi, N., & Blair, E. (2013). A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries.

*Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(6), 499–508.

<https://doi.org/10.1111/dmcn.12017>

Miralles, R., & Puig, M. (2000). *biomecanica\_clinica\_del\_aparato\_locomotor* (p. 340). Masson.

Nojima, I., Mima, T., Koganemaru, S., Thabit, M. N., Fukuyama, H., & Kawamata, T. (2012).

Human motor plasticity induced by mirror visual feedback. *Journal of Neuroscience*, 32(4), 1293–1300. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5364-11.2012>

Ouyang, R. G., Yang, C. N., Qu, Y. L., Koduri, M. P., & Chien, C. W. (2020). Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 25, 17–28.

<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2019.12.017>

Park, E. J., Baek, S. H., & Park, S. (2016). Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3227–3231.

<https://doi.org/10.1589/jpts.28.3227>

Pignolo, L. (2009). *ROBOTICS IN NEURO-REHABILITATION*. 955–960.

<https://doi.org/10.2340/16501977-0434>

Rathinam, C., Mohan, V., Peirson, J., Skinner, J., Subash, K., Mph, N., & Ma, I. K. (2018).

Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 1–8.

<https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.01.006>



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Rivas Guerrero, O. P. (2018). Dosing parameters of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy. A literature review. *Rehabilitacion*, 52(4), 246–258.

<https://doi.org/10.1016/j.rh.2018.04.008>

Ruiz Brunner, M. M., & Cuestas, E. (2019). LA CONSTRUCCIÓN DE LA DEFINICIÓN PARÁLISIS CEREBRAL: UN RECORRIDO HISTÓRICO HASTA LA ACTUALIDAD. *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 76(2), 113–117.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v76.n2.23649>

Sarasso, E., Gemma, M., Agosta, F., Filippi, M., & Gatti, R. (2015). Action observation training to improve motor function recovery: a systematic review. *Archives of Physiotherapy*, 5(1).

<https://doi.org/10.1186/s40945-015-0013-x>

Shamy, S. M., & Banna, M. F. (2020). Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(1), 38–44.

<https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1479810>

Shih, T. yu, Wu, C. yi, Lin, K. chung, Cheng, C. hsiung, Hsieh, Y. wei, Chen, C. ling, Lai, C. jou, & Chen, C. chi. (2017). Effects of action observation therapy and mirror therapy after stroke on rehabilitation outcomes and neural mechanisms by MEG: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2205-z>

Simon Martinez, C., , Lisa Mailleux, Els Ortibus, Anna Fehrenbach, G. S., & Giovanni Cioni, Kaat Desloovere, Nicole Wenderoth, Philippe Demaerel, Stefan Sunaert, Guy Molenaers, H. F. and K. K. (2018). Combining constraint-induced movement therapy and action-observation training in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



te Velde, A., Morgan C., Novak, I., Tantsis, E., & Badawi, N. (2019). Early diagnosis and classification of cerebral palsy: An historical perspective and barriers to an early diagnosis.

*Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/jcm8101599>

Tervahauta, M. H., Girolami, G. L., & Øberg, G. K. (2017). Efficacy of constraint-induced movement therapy compared with bimanual intensive training in children with unilateral cerebral palsy: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 31(11), 1445–1456.

<https://doi.org/10.1177/0269215517698834>

Carlosama Yépez, Y. B., & Ramos Mariño, E. A. (2015). *Evaluación de la fuerza de agarre utilizando el dinamómetro jamar a profesionales de fisioterapia durante la jornada laboral del servicio público en la provincia de Imbabura durante el periodo 2015-2016* (Bachelor's thesis).

Carment, L., Abdellatif, A., Lafuente-Lafuente, C., Pariel, S., Maier, MA, Belmin, J. y Lindberg, PG (2018). La destreza manual y el envejecimiento: un estudio piloto que desenreda el sensoriomotor del deterioro cognitivo. *Fronteras en neurología*, 9, 910.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00910>

García Revolorio, R. M., & Cuque Vicente, B. (2012). La terapia ocupacional en el logro de la independencia en las actividades de la vida diaria, de niños de 4 a 8 años.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12517>

Makofske B. (2011) Destreza manual. En: Kreutzer JS, DeLuca J., Caplan B. (eds) *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer, Nueva York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3\\_1460](https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3_1460)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONAL MENTE

¡Seguimos avanzando!



Merriam-Webster. (n.d.). Unimanual. In Merriam-Webster.com dictionary. Retrieved November 21, 2021, from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/unimanual>

Azzam AM (2012) Efecto del entrenamiento de la función de la mano en la mejora de la fuerza de agarre de la mano en la parálisis cerebral hemipléjica en niños. *J Nov Physiother* 2: 116. doi: 10.4172 / 2165-7025.1000116

Schwarz, A., Pereira, J., Kobler, R., & Muller-Putz, G. R. (2020). Unimanual and Bimanual Reach-and-Grasp Actions Can Be Decoded From Human EEG. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 67(6), 1684–1695. <https://doi.org/10.1109/TBME.2019.2942974>

Rodríguez Arainaga, W. (2011). Guía de investigación científica.

<https://repositorio.uch.edu.pe/handle/20.500.12872/23>

Vitrikas, K., Dalton, H., & Breish, D. (2020). Cerebral Palsy: An Overview. *American family physician*, 101(4), 213–220.

Alamer, A., Melese, H., & Aduagna, B. (2020). <p>Effectiveness of Action Observation Training on Upper Limb Motor Function in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials</p>. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics, Volume 11*, 335–346. <https://doi.org/10.2147/phmt.s266720>

Arnould, C., Bleyenheuft, Y., & Thonnard, J. L. (2014). Hand functioning in children with cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 5 APR(April), 1–10.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00048>

Auld, M. L., Johnston, L. M., Russo, R. N., & Moseley, G. L. (2016). *A Single Session of*



SC-CER96940



*Mirror-based Tactile and Motor Training Improves Tactile Dysfunction in Children with*

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)





Unilateral Cerebral Palsy : **ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*  
<https://doi.org/10.1002/pri.1674>



Bayona, N. A., Bitensky, J., Salter, K., & Teasell, R. (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 12(3), 58–65.

<https://doi.org/10.1310/BQM5-6YGB-MVJ5-WVCR>

BJ, H., MA, W., MN, T., ML, J., LM, C., & C, I. (2019). *Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy (Review)*.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD004149.pub3.www.cochranelibrary.com>

Brady, K., & Garcia, T. (2009). Constraint-induced movement therapy (CIMT): Pediatric applications. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(2), 102–111.

<https://doi.org/10.1002/ddrr.59>

Chang, W. H., & Kima, Y. (2013). *Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation*. 15(3), 174–181.

Chen, Y. P., & Howard, A. M. (2016). Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation*, 19(1), 64–71. <https://doi.org/10.3109/17518423.2014.899648>

Chiu, H. C., & Ada, L. (2016). Constraint-induced movement therapy improves upper limb activity and participation in hemiplegic cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 62(3), 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.05.013>

Christmas, P. (2019). Constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health (United Kingdom)*, 29(11), 495–497.







Das, S. P., & Ganesh, G. S. (2019). Evidence-based Approach to Physical Therapy in Cerebral Palsy Abstract. *Revista India de Ortopedia*, 53(may), 20–34.

<https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho>

Dong, V. A., Tung, I. V. Y. H., Siu, H. W., & Fong, K. N. (2012). *Studies comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with unilateral cerebral palsy : A systematic review*. 852, 1–11.

<https://doi.org/10.3109/17518423.2012.702136>

Eliasson, A. C., Forssberg, H., Hung, Y. C., & Gordon, A. M. (2006). Development of hand function and precision grip control in individuals with cerebral palsy: A 13-year follow-up study. *Pediatrics*, 118(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2768>

Eliasson, A. C., & Gordon, A. M. (2000). A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countriesfile. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(4), 228–234. <https://doi.org/10.1017/S0012162200000396>

Fandim, J. V., Saragiotto, B. T., Porfírio, G. J. M., & Santana, R. F. (2021). Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 25(4), 369–386.

<https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.11.003>

Gordon, A. M., Charles, J., & Wolf, S. L. (2006). *Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy on Involved Upper- Extremity Use in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy Is Not Age- Dependent Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy on Involved Upper-*



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



Hoare, B., Imms, C., Carey, L., & Wasiak, J. (2007). Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: A Cochrane systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 21(8), 675–685.

<https://doi.org/10.1177/0269215507080783>

Jackman, M., Lannin, N., Galea, C., Sakzewski, L., Miller, L., & Novak, I. (2020). What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review. *Australian Occupational Therapy Journal*, 67(3), 269–280.

<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12666>

Jamali, A. R., & Amini, M. (2018). The effects of Constraint Induced Movement Therapy on functions of Children With Cerebral Palsy. *Iranian Journal of Child Neurology*, 12(4), 16–27. <https://doi.org/10.22037/ijcn.v12i4.14801>

Kanapandji, A. (2006). *Fisiología articular tomo 3 (6ta edicion)*. Medica panamericana.

Kleim, J. A. (2011). Neural plasticity and neurorehabilitation: Teaching the new brain old tricks. *Journal of Communication Disorders*, 44(5), 521–528.

<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.04.006>

Leal, A. F., Da Silva, T. D., Lopes, P. B., Bahadori, S., De Araújo, L. V., Da Costa, M. V. B., De Moraes, Í. A. P., Marques, R. H., Crocetta, T. B., De Abreu, L. C., & Monteiro, C. B. D. M. (2020). The use of a task through virtual reality in cerebral palsy using two different interaction devices (concrete and abstract) - A cross-sectional randomized study. *Journal of*

- Mailleux, L., De Beukelaer, N., Carbone, M. B., & Ortibus, E. (2021). Early interventions in infants with unilateral cerebral palsy: A systematic review and narrative synthesis. *Research in Developmental Disabilities*, 117(August). <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.104058>
- McIntyre, S., Taitz, D., Keogh, J., Goldsmith, S., Badawi, N., & Blair, E. (2013). A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(6), 499–508. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12017>
- Miralles, R., & Puig, M. (2000). *biomecanica\_clinica\_del\_aparato\_locomotor* (p. 340). Masson.
- Nojima, I., Mima, T., Koganemaru, S., Thabit, M. N., Fukuyama, H., & Kawamata, T. (2012). Human motor plasticity induced by mirror visual feedback. *Journal of Neuroscience*, 32(4), 1293–1300. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5364-11.2012>
- Ouyang, R. G., Yang, C. N., Qu, Y. L., Koduri, M. P., & Chien, C. W. (2020). Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 25, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2019.12.017>
- Park, E. J., Baek, S. H., & Park, S. (2016). Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3227–3231. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3227>



Rathinam, C., Mohan, V., Peirson, J., Skinner, J., Subash, K., Mph, N., & Ma, I. K. (2018).

Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 1–8.

<https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.01.006>

Rivas Guerrero, O. P. (2018). Dosing parameters of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy. A literature review. *Rehabilitacion*, 52(4), 246–258.

<https://doi.org/10.1016/j.rh.2018.04.008>

Ruiz Brunner, M. M., & Cuestas, E. (2019). LA CONSTRUCCIÓN DE LA DEFINICIÓN PARÁLISIS CEREBRAL: UN RECORRIDO HISTÓRICO HASTA LA ACTUALIDAD.

*Revista de La Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 76(2), 113–117.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v76.n2.23649>

Sarasso, E., Gemma, M., Agosta, F., Filippi, M., & Gatti, R. (2015). Action observation training to improve motor function recovery: a systematic review. *Archives of Physiotherapy*, 5(1).

<https://doi.org/10.1186/s40945-015-0013-x>

Shamy, S. M., & Banna, M. F. (2020). Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(1), 38–44.

<https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1479810>

Shih, T. yu, Wu, C. yi, Lin, K. chung, Cheng, C. hsiung, Hsieh, Y. wei, Chen, C. ling, Lai, C. jou, & Chen, C. chi. (2017). Effects of action observation therapy and mirror therapy after

stroke on rehabilitation outcomes and neural mechanisms by MEG: Study protocol for a



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



randomized controlled trial. *Trials*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2205-z>

Simon Martinez, C., Lisa Mailleux, Els Ortibus, Anna Fehrenbach, G. S., & Giovanni Cioni, Kaat Desloovere, Nicole Wenderoth, Philippe Demaerel, Stefan Sunaert, Guy Molenaers, H. F. and K. K. (2018). Combining constraint-induced movement therapy and action-observation training in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *BMC Pediatr.* <https://doi.org/10.1109/infcom.1998.665088>

te Velde, A., Morgan, C., Novak, I., Tantsis, E., & Badawi, N. (2019). Early diagnosis and classification of cerebral palsy: An historical perspective and barriers to an early diagnosis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/jcm8101599>

Tervahauta, M. H., Girolami, G. L., & Øberg, G. K. (2017). Efficacy of constraint-induced movement therapy compared with bimanual intensive training in children with unilateral cerebral palsy: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 31(11), 1445–1456. <https://doi.org/10.1177/0269215517698834>



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)