



TRABAJO FIN DE GRADO

**EFFECTOS DE LA ESCALADA EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS CON HEMIPARESIA EN PARÁLISIS
CEREBRAL.**

**EFFECTS OF CLIMBING ON PEDIATRIC PATIENTS
WITH HEMIPARESIS IN CEREBRAL PALSY.**

Grado en Fisioterapia

Autor/es: Iñaki Moral Montejo

Director/a: Yolanda Pedrero Martín

Junio 2024

AUTORIA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Por medio de la presente, yo **IÑAKI MORAL MONTEJO** alumno del Grado en **FISIOTERAPIA** de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado **EFFECTOS DE LA ESCALADA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON HEMIPARESIA EN PARALISIS CEREBRAL**, declaro que es de mi autoría y original.

Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno y directora
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En **Torrelavega**, a **30** de **abril** del **2024**

Fdo.:



ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	4
RESUMEN/ABSTRACT.....	6-7
INTRODUCCIÓN.....	8-10
JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA	10-11
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	11-12
METODOLOGÍA.....	12-18
– DISEÑO DEL ESTUDIO.....	12
– POBLACIÓN.....	12-13
– TAMAÑO MUESTRAL.....	13
– VARIABLES.....	13-14
– PROCEDIMIENTO.....	15-16
– ASPECTOS ÉTICOS.....	17
– PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	17-18
PLAN DE TRABAJO.....	18-20
APLICABILIDAD Y UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS.....	20-21
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	21-23
ANEXOS.....	24-31
– ANEXO 1: Dinamómetro Kinvent K-Push.....	24
– ANEXO 2: Dinamómetro manual hidráulico Jamar	25
– ANEXO 3: Escala Asworth.....	25
– ANEXO 4: Escala MACS.....	26
– ANEXO 5: Escala de GMFM.....	27
– ANEXO 6: Hoja de Información.....	28
– ANEXO 7: Hoja de Consentimiento/Revocación informado.....	29-31
BIBLIOGRAFÍA.....	32-35

ABREVIATURAS

- PC: Parálisis Cerebral
- MMSS: Miembros Superiores
- T1: Tiempo 1
- T2: Tiempo 2
- T3: Tiempo 3
- MACS: Manual Ability Classification System
- GMFCS: Gross Motor Function Classification System
- AHA: Assisting Hand Assessment
- CHEQ: Childhood Experiences Questionnaire
- GI: Grupo Intervención
- GC: Grupo Control
- SPIRIT: Standard Protocol Items: Recommendation for Interventional Trials
- N: Número
- ICC: Coeficiente de Correlación Intraclass
- PBO: Parálisis Braquial Obstétrica
- CEIC: Comité Ético de Investigación Clínica de Cantabria
- UE: Unión Europea
- P: Porcentaje

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

- CRONOLOGÍA PLAN DE TRABAJO.....20

RESUMEN

Introducción: La parálisis cerebral es un grupo de trastornos permanentes del desarrollo de la postura y el movimiento cuya manifestación común es la hemiparesia, la cual se caracteriza por la debilidad o parálisis parcial de un lado del cuerpo. Una herramienta de tratamiento para la hemiparesia es la escalada terapéutica cuyos beneficios se relacionan con una mejora en la fuerza muscular, la coordinación, el equilibrio y la confianza en uno mismo.

Objetivo: Determinar que la implantación de la escalada en el tratamiento de pacientes pediátricos con hemiparesia produce una mejoría en la fuerza, funcionalidad, tono y autonomía del miembro superior afecto.

Material y Métodos: Se incluyeron 16 pacientes pediátricos con hemiparesia en dos grupos. Un grupo intervención (n=8), al cual se le implementará la escalada y se le entregará un folleto informativo con actividades bimanuales, y un grupo control (n=8), al cual se le entregará el mismo documento para que lleve a cabo estas actividades en su domicilio. La duración del tratamiento será de 9 días, distribuidos durante 3 semanas.

Plan de trabajo: El estudio se dividirá en 5 etapas. Etapa de investigación donde se elegirá el tema del estudio y sus hipótesis y objetivos, etapa de planificación en la cual se planteará el proceso del estudio, etapa de ejecución donde se ejecutará lo planteado en la anterior etapa, etapa de análisis de resultados en la cual se comprobarán los datos obtenidos y se comprobarán los objetivos y por último la etapa de la elaboración del artículo donde se plasmará todo el estudio.

Aplicabilidad: La escalada terapéutica es una gran herramienta complementaria para los profesionales de la salud en su tratamiento con pacientes pediátricos debido a sus beneficios en la coordinación y en las habilidades motoras, además de tener un factor lúdico el cual aumenta la adherencia al estudio.

Discusión y conclusión: Teniendo en cuenta los beneficios de la escalada en diferentes patologías neurodegenerativas, se puede esperar una mejora de la fuerza muscular, la

fuerza de agarre, el tono muscular y la funcionalidad de los miembros superiores en pacientes pediátricos con hemiparesia.

Palabras clave: Escalada, hemiparesia, parálisis cerebral, pediatría.

ABSTRACT

Introduction: Cerebral palsy is a group of permanent developmental disorders of posture and movement whose common manifestation is hemiparesis, which is characterised by weakness or partial paralysis of one side of the body. One treatment tool for hemiparesis is therapeutic climbing whose benefits relate to improved muscle strength, coordination, balance and self-confidence.

Objective: To determine that the implementation of climbing in the treatment of paediatric patients with hemiparesis produces an improvement in strength, functionality, tone and autonomy of the affected upper limb.

Material and Methods: 16 paediatric patients with hemiparesis were included in two groups. An intervention group (n=8), which will be given an information booklet with bimanual activities, and a control group (n=8), which will be given the same document to carry out these activities at home. The duration of the treatment will be 9 days, distributed over 3 weeks.

Work plan: The study will be divided into 5 stages. Research stage where the topic of the study and its hypotheses and objectives will be chosen, planning stage in which the process of the study will be proposed, execution stage where what was proposed in the previous stage will be executed, results analysis stage in which the data obtained will be verified and the objectives will be verified and finally the article preparation stage where the whole study will be presented.

Applicability: Therapeutic climbing is a great complementary tool for health professionals in their treatment of paediatric patients due to its benefits in coordination and motor skills, as well as having a playful factor which increases adherence to the study.

Discussion and conclusion: Taking into account the benefits of climbing in different neurodegenerative pathologies, an improvement in muscle strength, grip strength, muscle tone and upper limb functionality can be expected in paediatric patients with hemiparesis.

Keywords: Climbing, hemiparesis, cerebral palsy, paediatrics.

INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral (PC) es un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, que causa limitaciones en la actividad y que se atribuyen a alteraciones no progresivas que ocurren en el cerebro fetal o infantil en desarrollo (1). La PC es la discapacidad motora más común en la infancia, con una prevalencia estimada de 2 a 2.5 por cada 1000 nacidos vivos (2).

Existen distintas formas de clasificación. Por ejemplo, atendiendo al tono y tipo de movimiento se puede clasificar en espástica, discinética y atáxica (3). En este sentido, la PC espástica es la más prevalente y se caracteriza por un aumento del tono muscular y reflejos tendinosos exagerados, la PC discinética incluye movimientos involuntarios y fluctuaciones del tono muscular, mientras que la PC atáxica se asocia con problemas de equilibrio y coordinación (4). Otro sistema de clasificación frecuentemente utilizado es según la topografía de la afectación motora, categorizándose en tetraplejía, diplejía y hemiplejía, siendo esta última una de las formas más frecuentes (5). La hemiplejía se caracteriza por la debilidad o parálisis parcial de un lado del cuerpo. Los síntomas de la hemiparesia incluyen tono muscular anormal, reflejos exagerados, dificultades para coordinar movimientos y problemas en el equilibrio y la postura (6).

Aunque esta condición puede afectar tanto a las extremidades superiores como a las inferiores, es frecuente que los niños que la padecen presenten dificultades significativas en la ejecución de tareas motoras finas y gruesas. Estas dificultades incluyen, pero no se limitan a, actividades bimanuales, que requieren la coordinación simultánea de ambas manos. Los problemas se manifiestan principalmente en las funciones motoras como el agarre, el alcance y la manipulación de objetos. Estos déficits funcionales pueden influir negativamente en la capacidad del niño para realizar actividades de la vida diaria y académicas, impactando su desarrollo y autonomía (7).

En cuanto a las escalas utilizadas para evaluar la severidad y el impacto funcional de la hemiparesia, y en general de la PC, las más frecuentes son el Sistema de Clasificación de

la Función Motora Gruesa (GMFCS) y el Sistema de Clasificación de la Habilidad Manual (MACS). El GMFCS es una de las más utilizadas y categoriza a los pacientes en cinco niveles basados en sus habilidades motoras y funcionales (8), mientras que la MACS, evalúa la destreza manual en actividades diarias (9). Estas escalas son herramientas esenciales para planificar y monitorear intervenciones terapéuticas.

El manejo de la hemiparesia en niños con PC incluye una combinación de terapias convencionales y emergentes. Las intervenciones tradicionales incluyen la fisioterapia, la terapia ocupacional y la terapia del habla, que buscan mejorar las habilidades motoras, la coordinación y la funcionalidad en las actividades diarias (10). La fisioterapia, en particular, se enfoca en ejercicios y técnicas para aumentar la fuerza muscular, mejorar la movilidad y prevenir contracturas (11). Además de las terapias convencionales, se están explorando tratamientos innovadores como la terapia con toxina botulínica, la estimulación eléctrica funcional, la terapia con restricción y movimiento inducido (CIMT) y la terapia bimanual (12). Todas estas intervenciones abordan las limitaciones específicas de los pacientes y promueven la neuroplasticidad, facilitando mejoras en el control motor y la funcionalidad (13). Un gran ejemplo es la terapia intensiva bimanual la cual implica el uso coordinado de ambas extremidades superiores mediante la aplicación de patrones de movimiento que emulan la participación en actividades de la vida diaria. Este enfoque terapéutico ha demostrado ser eficaz en la mejora de la coordinación bimanual, una habilidad crucial para la funcionalidad manual en las tareas cotidianas (7).

Una terapia novedosa en la que se promueve la realización de actividades bimanuales es la escalada terapéutica. Esta es una forma de ejercicio que implica ascender superficies verticales utilizando las extremidades superiores e inferiores en una serie de movimientos coordinados. Esta actividad puede ser adaptada para niños con discapacidades motoras, proporcionando un medio innovador y lúdico para la rehabilitación (14). La escalada terapéutica no solo desafía la fuerza y la coordinación, sino que también mejora el equilibrio y la propiocepción, aspectos cruciales para los niños con hemiparesia (15). Los beneficios de la escalada terapéutica en la hemiparesia incluyen mejoras en la fuerza muscular, la coordinación, el equilibrio y la confianza en uno mismo. La naturaleza repetitiva y estructurada de los movimientos de escalada puede promover la plasticidad cerebral, facilitando la recuperación de funciones motoras (16). Además, la escalada

ofrece un entorno motivador y desafiante que puede aumentar la adherencia a la terapia y la motivación intrínseca de los niños (17).

En el contexto de la PC infantil, la escalada terapéutica puede complementar las terapias convencionales y proporcionar un enfoque global para la rehabilitación. La participación en actividades de escalada puede mejorar la salud física y emocional, promover la socialización y aumentar la independencia funcional de los niños con PC (18). Estudios previos han demostrado que los programas de escalada pueden resultar en mejoras significativas en las habilidades motoras gruesas y finas, así como en la calidad de vida general en niños (19).

JUSTIFICACIÓN

La hemiparesia, una de las manifestaciones más comunes de la PC, implica la debilidad o parálisis parcial de un lado del cuerpo, lo que limita significativamente la movilidad y la coordinación en los niños afectados (1). La investigación sobre la rehabilitación en hemiparesia se ha centrado en terapias convencionales como la fisioterapia, la terapia ocupacional y la terapia acuática (20), que son efectivas en la mejora de la motricidad, provocando que la exploración de métodos alternativos como la escalada sea limitada, destacando la necesidad de investigar y documentar nuevas estrategias terapéuticas que complementen los enfoques tradicionales y así ofrecer beneficios adicionales a pacientes pediátricos con hemiparesia (21).

La naturaleza dinámica y desafiante de la escalada puede estimular la neuroplasticidad y mejorar las funciones motoras en estos pacientes (22), sugiriendo que actividades que requieren movimientos complejos y coordinados pueden ser eficaces para fomentar la recuperación motora (23). La práctica constante puede fortalecer los músculos y mejorar la coordinación entre diferentes grupos musculares, aspectos clave en la rehabilitación motora (24). Por otro lado, obliga a los niños a mantener el equilibrio en diversas posiciones y superficies, lo que puede mejorar significativamente la propiocepción y el control postural, siendo esencial para prevenir caídas y mejorar la independencia en las actividades diarias (17). Esto hace que se mejore el equilibrio y la conciencia corporal en los niños, facilitando un mejor desempeño funcional (25).

Además de los beneficios físicos, la escalada contribuye al desarrollo emocional y social de los niños, ya que participar en una actividad grupal puede mejorar la autoestima,

fomentar la cooperación y reducir el aislamiento social, siendo aspectos importantes en la rehabilitación integral de los pacientes pediátricos con PC (18). Otro de los beneficios de esta terapia es la competencia y superación de la escalada, incentivando su participación continua y activa (26), siendo una herramienta de adhesión al tratamiento, ya que es una actividad lúdica y desafiante que puede aumentar la motivación y el compromiso de los niños en su terapia, provocando mejores resultados terapéuticos (8).

La falta de evidencia científica sobre la escalada como terapia en niños con hemiparesia subraya la importancia de investigar en este sentido, para así conocer los efectos específicos de la misma, proporcionando valiosos conocimientos para el diseño de intervenciones terapéuticas más efectivas y personalizadas, mejorando la calidad de vida y la funcionalidad de estos pacientes como se investigó por parte de Bartlett DJ et al (19).

Debido a que la escalada implica una participación integral de diferentes funciones corporales, se puede utilizar para la prevención, el tratamiento y la desaceleración de la progresión de diversas enfermedades o discapacidades en pacientes que sufren de deficiencias neurológicas asociadas a enfermedades (27), como por ejemplo pacientes con esclerosis múltiple (30).

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0): La práctica de la escalada en pacientes pediátricos (con edad comprendida entre los 5-9 años) con hemiparesia por causa de una PC no ofrece mejora de la fuerza muscular ni de agarre, tampoco del tono muscular ni de la efectividad de la mano asistente/afectada y la actividad bimanual en MMSS (miembros superiores).

Hipótesis alternativa (H1): La práctica de la escalada en pacientes pediátricos (con edad comprendida entre los 5-9 años) con hemiparesia por causa de una PC mejora la fuerza muscular y de agarre, el tono muscular, la efectividad de la mano asistente/afectada y la actividad bimanual en MMSS.

- OBJETIVOS

Objetivo principal: Conocer si la implantación de la escalada en el tratamiento de pacientes pediátricos, de entre 5 a 9 años, con hemiparesia produce una mejoría en la fuerza, funcionalidad y autonomía del miembro superior afecto.

Objetivos específicos:

- Conocer si la escalada terapéutica mejora la fuerza de agarre en las extremidades superiores.
- Valorar si existe disminución del tono muscular alterado en niños que hagan escalada terapéutica.
- Analizar si existe mejoría de las capacidades de las extremidades superiores como la habilidad manual y las funciones motrices gruesas.

METODOLOGÍA

- DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio se trata de un protocolo de estudio de un estudio piloto de un ensayo clínico aleatorizado en el que se observarán los efectos de la escalada en pacientes pediátricos con hemiparesia y que se llevará a la práctica entre septiembre de 2023 y abril de 2025, en Torrelavega, Cantabria. Se hará una división de la muestra en dos grupos de manera aleatoria. El investigador principal dividirá a los participantes en el GI (grupo intervención), que recibirá el tratamiento con sesiones de escalada y un folleto informativo con actividades bimanuales, y el grupo GC (grupo control) al cual se le entregará el mismo folleto informativo. El seguimiento se hará antes de iniciar el tratamiento T1; a la semana y media de haberlo iniciado T2; y a las tres semanas, justo al terminar la intervención T3. El estudio se implantará de acuerdo con la declaración SPIRIT (*Standard Protocol Items: Recommendation for Interventional Trials*) (29).

- POBLACIÓN

Se incluirá una muestra de 16 niños con hemiparesia, la cual se dividirán en dos grupos de forma aleatoria, GI (n=8) y GC (n=8). El contacto con los participantes se hará a través de la Asociación de Hemiparesia Infantil, Fundación Hemiweb, así como de diferentes clínicas especializadas de la Comunidad de Cantabria.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: i) Los pacientes tendrán una edad de entre los 5 a los 9 años; ii) diagnóstico de parálisis cerebral infantil con hemiparesia, nivel de GMFC grado I y II y MACS de grado I y II; iii) consentimiento informado firmado por sus tutores legales.

Se consideraron también los siguientes criterios de exclusión: i) Niños que tuvieran una patología adicional que afecte a nivel motor; ii) haber sufrido algún traumatismo o cirugía recientemente; iii) haber realizado anteriormente o estar realizando terapia intensiva bimanual o escalada.

- TAMAÑO MUESTRAL.

En este estudio participará una muestra total de 16 niños con diagnóstico de hemiparesia con una edad comprendida entre 5 y 9 años. Se hará una asignación aleatoria de los pacientes en el GI (n=8) y GC (n=8) a través de la página web Research Randomizer. En ella se pondrá el número de pacientes que participan, el número de grupos de tratamiento en los cuales se dividirá a los pacientes y cuantos pacientes por grupo se desea. Una vez hechos esos pasos, la página aleatorizará automáticamente. Debido a la ausencia de estudios previos, no fue posible realizar el cálculo del tamaño de la muestra.

- VARIABLES.

Variables dependientes:

-Fuerza muscular de MMSS: Variable cuantitativa. Se codificará de manera numérica en Newtons. Para valorar los diferentes movimientos como la flexión, la abducción, la aducción, la extensión y las rotaciones de hombro, parte fundamental de la escalada, se utilizará como herramienta de medida el dinamómetro Kinvent K-Push (ANEXO 1). El terapeuta colocará el dinamómetro sobre el hombro afectado y se le pedirá al paciente que haga fuerza en su dirección, después, se recolectarán los datos con el dinamómetro y se compararán con los del lado sano una vez evaluado. Esta herramienta tiene una gran fiabilidad al ser un dinamómetro isocinético manual de un ICC entre 0,84 y 0,91 (30).

-Fuerza de agarre: Variable cuantitativa. Se codificará de manera numérica en Newtons y se realizará con un dinamómetro manual hidráulico Jamar (ANEXO 2) que medirá la fuerza isométrica de la empuñadura de ambas manos. Este tiene 2 asas metálicas de diseño ergonómico apiladas una encima de la otra que están separadas por un resorte hidráulico el cual presionarán los pacientes dando los resultados necesarios (31).

-Tono muscular: Variable cuantitativa. Se codificará de manera numérica con una puntuación de 0-4. Será evaluada con la escala Asworth (ANEXO 3), la cual evaluará la

espasticidad muscular de los pacientes a través de cinco categorías principales valoradas entre 0 y 4, donde 0 indica un déficit total de incremento de tono muscular y 4 que las partes afectadas están rígidas tanto en flexión como en extensión. Su fiabilidad es moderada teniendo un ICC (Índice de correlación intraclass) entre 0,31 y 0,82 (32).

-Funcionalidad de la mano asistente/afectada: Variable cuantitativa. Se codificará de manera numérica utilizando la escala AHA (Assisting Hand Assessment), la cual consiste en una sesión de juego de 10-15 minutos que requiere manipulación bimanual y será grabada en video en la cual se valorará el uso general de la mano, el uso del brazo, la prensión-liberación, los ajustes motrices finos, la coordinación y el ritmo. Es la escala más usada para valorar miembro superior en PBO (Parálisis braquial obstétrica) y en hemiparesias (33).

-Autonomía de la mano asistente/afectada: Variable cuantitativa. Para su evaluación se usará el cuestionario CHEQ (Childhood Experiences Questionnaire) el cual captura la experiencia de los niños usando la mano afectada en actividades donde usualmente se necesitan dos manos. Consiste en 27 actividades en orden aleatorio donde se valora el uso de la mano, el tiempo que tarda en comparación a los demás pacientes y el grado de molestia al realizar la prueba (34).

Variables independientes:

-Tratamiento: Variable cualitativa dicotómica, la cual se codificará como: GI y GC.

-Edad: Variable cuantitativa cuya unidad de medida serán los años.

-Sexo: Variable categórica binaria, codificada como: masculino o femenino.

-Clasificación en la escala MACS (ANEXO 4): Variable cuantitativa. Se valorará por niveles del I al V. Valora la habilidad general del paciente para coger objetos, y clasificará a los pacientes en diferentes niveles según su capacidad para manipular los objetos teniendo en cuenta la edad del paciente. Esta escala es de gran fiabilidad con un coeficiente de correlación de 0,97 (9).

-Clasificación en la escala GMFM (ANEXO 5): Variable independiente cuantitativa que valora la función motora gruesa de los pacientes con PC para realizar acciones como sentarse, caminar o el uso de dispositivos de movilidad. Se valorará por niveles del I al V, esta escala tiene una gran fiabilidad con un coeficiente $>0,95$ (35).

- PROCEDIMIENTO

En el presente estudio no se hará ningún enmascaramiento, ya que tanto los investigadores, como los pacientes y sus tutores conocen el tipo de terapia que está recibiendo cada uno de los grupos. El procedimiento a seguir se detalla a continuación. El investigador principal, contactará con los participantes, valorará si cumplen con los criterios de exclusión e inclusión, entregará las hojas de información (ANEXO 6) y de consentimiento y revocación (ANEXO 7) a cada tutor de los pacientes, que serán necesarias para realizarlo manteniendo informados a los tutores y con la opción de retirarse del estudio en cualquier momento. Una vez firmados estos documentos se hará la aleatorización de los grupos. Por un lado, el GI llevará a cabo sesiones de escala terapéutica indoor, este tratamiento durará 9 días, con sesiones de 1 hora repartidas en 3 semanas (36). Además, al GI también se le entregará el mismo folleto informativo que al grupo control con actividades bimanuales, para que lleven a cabo durante 1 hora. En cuanto a la intervención principal, el GI realizará sus sesiones de escalada en el rocódromo, en el cual se utilizará una pared de 200 metros cuadrados de ancho y 12 metros de altura. Este espacio está adaptado para niños de entre 3 y 12 años, y los soportes del muro serán de gran tamaño para un fácil agarre, coloreados para brindar una buena percepción visual y texturizados para reducir el deslizamiento. Las sesiones de escalada se dividirán en varias actividades todas ellas de carácter lúdico (37), (36). Siguiendo el estudio de Christensen et al. (36), primero se comenzará con 10 minutos de ejercicios de calentamiento enfocados en la escalada, los cuales se podrán hacer en parejas, estos irán dirigidos a la movilidad de cintura escapular, alcance y coordinación; posteriormente se realizarán 20 minutos de escalada con cuerda superior (38) y 20 minutos de la modalidad boulder (39), donde se busca un desafío para el uso obligatorio de los brazos y mejorar el agarre y crear motivación. Por último, terminará la sesión con 10 minutos de relajación donde se compartirán las experiencias en grupo, con el objetivo de crear una mayor adhesión al tratamiento.

Por otro lado, al GC se le entregará un folleto informativo con actividades bimanuales que el fisioterapeuta pautará, con una distribución de las mismas de 9 días no consecutivos, con sesiones de 2 horas durante un plazo estimado de 3 semanas (36). Para estas actividades se les pedirá a los tutores que controlen que los pacientes usen igual las dos extremidades superiores, se les entregará una hoja con las instrucciones de cada juego para que el paciente evite el uso de maniobras compensatorias. Siguiendo el estudio de Christensen et al (36) los primeros 30 minutos el paciente jugará a diferentes juegos de mesa en los cuales deberá tirar dados recogerlos, levantar cartas o mover fichas teniendo

como objetivo principal trabajar el alcance, el agarre y la manipulación de objetos con el uso de la mano afectada como mano asistente. Posteriormente los siguientes 30 minutos harán actividades de su vida diaria como lavarse los dientes, poner la mesa o jugar con peluches u otros juguetes, con el objetivo de trabajar tanto la motricidad fina como la motricidad gruesa (40). Los 30 minutos siguientes consistirán en levantar y colocar tarros de 200 y 400 gramos de peso en la mesa utilizando las dos extremidades superiores, trabajando de esta manera la fuerza de agarre y la fuerza máxima de ambos MMSS (41). Y, para terminar, los últimos 30 minutos se realizarán dos ejercicios de fuerza de agarre, que consistirán en colocar una pelota entre dos dedos cuales quiera y apretar una pelota, mantenerla y soltarla, de igual manera para terminar se le dará una botella de agua y se le pedirá que la apriete, mantenga y suelte con las dos manos (42).

En cuanto al seguimiento, en ambos grupos se realizarán mediciones antes de la intervención (T1), a la semana y media de haber iniciado la intervención (T2), y al finalizar esta (T3). En todas las evaluaciones se evaluarán las mismas variables: fuerza de agarre, fuerza en los miembros superiores, tono muscular, funcionalidad de la mano asistente/afectada, la autonomía de la mano asistente/afectada, la habilidad manual y la motricidad gruesa.

En cuanto a los recursos materiales, además de los materiales usados para las valoraciones y para la intervención, explicados con anterioridad, se necesitará una sala de evaluación en un centro de fisioterapia donde se realizarán las 3 valoraciones. Respecto a los recursos humanos necesarios en este protocolo de estudio, se necesitará un fisioterapeuta y un profesional de apoyo por el tipo de intervención y el número de personas que participan en el GI.

- ASPECTOS ÉTICOS

Se realizará el envío del proyecto para su aprobación a la Comisión y al Comité Ético de Investigación Clínica de Cantabria (CEIC).

Para su realización, se respetará la declaración de Helsinki. Se entregará al paciente una hoja de información (ANEXO 8) a los tutores de los participantes sujetos a estudio y un consentimiento informado (ANEXO 9), donde informará a estos los objetivos, métodos, beneficios previstos y peligros potenciales del estudio, de las molestias que pueda ocasionar y de la decisión libre de participar pudiendo retirar su consentimiento. Se

respetará la Ley Orgánica 03/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos de Personales y Garantía de Derechos Digitales y se cumplirán cada uno de los apartados; también se respetará lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de los datos.

A los datos personales solo tendrá acceso el investigador principal. Se entregará también el documento de revocación, por si el paciente desea retirarse del estudio sin causarle esto ningún tipo de penalización. Los archivos de datos recogidos a los participantes se almacenarán en orden numérico y en un lugar seguro y accesible solo para el investigador principal.

- **PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

El análisis estadístico se llevará a cabo con SPSS para Windows (versión 29, SPSS Inc. Chicago, IL). Se establecerá el nivel de significación $p=0,05$. Para contrastar la distribución normal de la población se utilizará la prueba de Shapiro Wilk.

Análisis descriptivo:

Si las variables cuantitativas como la fuerza muscular, la fuerza de agarre, el tono muscular, la funcionalidad y autonomía de la mano asistente/afectada, la edad y las escalas MACS y GMFCS tienen distribución normal, se describirán usando medias y desviaciones típicas, si no, como mínimos, máximos y tres cuartiles. La variable cualitativa sexo se describirá usando tablas de porcentajes. Las variables cuantitativas serán representadas con histogramas y las cualitativas serán representadas con gráficos de sectores.

Análisis exploratorio:

Para el contraste de hipótesis tras la intervención, entre el tipo de tratamiento y las variables cuantitativas dependientes: fuerza de agarre, fuerza muscular, tono muscular, efectividad y autonomía de la mano asistente/afectada, MACS y GMFCS, se utilizará la prueba T de Student. Además, se utilizará la prueba ANOVA de dos vías para comparar las medias de estas variables en las tres valoraciones T1, T2 y T3. Cuando las variables no tengan una distribución normal se utilizarán test no paramétricos, la prueba U de Mann Withney sustituirá a la prueba T-Student, mientras que la prueba Kruskal Wallis sustituirá a la prueba ANOVA.

PLAN DE TRABAJO

El protocolo de trabajo se desarrollará en distintas etapas comprendidas durante los meses de septiembre de 2023 a abril de 2025. Se determinarán las siguientes etapas para gestionar los tiempos de realización:

1. **Etapas de planificación:**

De septiembre a diciembre de 2023 el investigador principal buscará información sobre diferentes temas de interés y determinará un tema principal sobre el que irá el estudio. Posteriormente se hará una búsqueda exhaustiva en diferentes bases de datos como PubMed o PEDro sobre el tema seleccionado, en este caso los efectos de la escalada en pacientes pediátricos con hemiparesia en PC. Se decidirá la hipótesis a demostrar y cuál será el objetivo principal del estudio y los objetivos específicos.

2. **Etapas de diseño de investigación:**

De diciembre de 2023 a junio de 2024, tras concretar el tema principal del estudio, recolectar información, y determinar la hipótesis y los objetivos, se diseñará el tipo de estudio que se llevará a cabo. Se determinará la población que participará en el estudio. Posteriormente se determinará la duración del tratamiento y las actividades que realizará cada grupo, además de la localización donde se realizará y el número de valoraciones que serán necesarias. Se contactará con distintos centros especializados en Cantabria y con la asociación Hemiweb para reclutar a la muestra.

Una vez se haya realizado el diseño del estudio se enviará al CEIC. Una vez aprobado, se entregará el consentimiento y la hoja de información a los tutores de los pacientes.

3. **Etapas de ejecución:**

De junio a diciembre de 2024. En esta etapa se llevará a cabo la ejecución del estudio y se realizarán 3 valoraciones a los pacientes de ambos grupos. Una vez realizada la valoración pretratamiento (T1) se comenzará con la ejecución del tratamiento en ambos grupos, y a la mitad del tiempo transcurrido se hará una segunda valoración (T2) la cual servirá de modo control, se continuará con el tratamiento y una vez finalizado se hará la última valoración de ambos grupos (T3).

4. Etapa de procesamiento de datos y análisis de los resultados:

De enero de 2025 a febrero de 2025 se analizarán todos los datos recogidos en las tres valoraciones y se compararán entre si comprobando si hay una evolución y se cumple el objetivo y la hipótesis del estudio.

5. Etapa de elaboración del informe final:

Desde febrero hasta abril de 2025. Una vez finalizado el análisis de datos, el investigador principal plasmará toda la información recogida durante el estudio con el fin de poder publicar los hallazgos encontrados en una revista científica.



APLICABILIDAD Y UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS

Si se confirma la hipótesis planteada y se observa mejoría en los pacientes del GI, será de gran utilidad llevar a cabo un ensayo clínico aleatorizado para investigar si los resultados son relevantes o no. Además, estos resultados ayudarán a los profesionales sanitarios, en especial a los fisioterapeutas, a considerar otras técnicas de tratamiento beneficiosas en

este tipo de pacientes. Así se podrá justificar que la escalada es un deporte que puede ser utilizado como una herramienta complementaria o alternativa en pacientes pediátricos con trastorno motor como la hemiparesia.

Aun siendo los resultados de este estudio de relevancia científica nula, los diferentes profesionales de la salud como los médicos, psicólogos, terapeutas ocupacionales o fisioterapeutas deben tener la obligación de investigar y educar sobre los beneficios de los deportes, como la escalada, dentro de la rehabilitación, debido a que sin conseguir una notable mejoría en las funciones motoras del paciente se pueden seguir obteniendo beneficios en otras áreas como la psicológica, la fisiológica y la social.

La adaptación de la escalada como tratamiento fisioterapéutico adicional en pacientes pediátricos será muy útil por su componente lúdico ayudando a la adhesión terapéutica en pacientes habituados a realizar tratamientos diferentes creando cansancio y desinterés por la rehabilitación, además la realización de este deporte con otros pacientes similares ayudará a tener un gran componente social beneficioso para pacientes habituados a pasar gran parte de su vida con familiares o profesionales de la salud.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El objetivo del presente estudio es conocer si una intervención basada en escalada terapéutica mejora la fuerza, la efectividad del miembro superior afecto, además de la disminución del tono muscular alterado y fuerza de agarre en pacientes pediátricos con hemiparesia, frente a pacientes que no implementan este deporte en su terapia.

Un estudio previo propuesto por Kim et al. (43) llevado a cabo en pacientes adultos con lumbalgia, indicó que la escalada es efectiva para mejorar la fuerza muscular, la estabilidad y la movilidad del tronco. Por otro lado, Anke et al. (44) llevó a cabo un ensayo clínico en pacientes adultos con ataxia cerebral en el que, uno de los grupos, llevaba a cabo sesiones de escalada terapéutica y que concluyó con que este tipo de terapia ayudó a que se desarrollasen habilidades de coordinación, además de fuerza explosiva, resistencia y mejoría en la fuerza de agarre isométrica, y las habilidades de motricidad fina, mejorando considerablemente debido a la necesidad de mover manos y pies para garantizar una posición firme en el rocódromo

El presente protocolo de estudio se centra en comparar la mejoría de un grupo de pacientes pediátricos con PC a los cuales se les ha implementado la escalada en su tratamiento con

un grupo de pacientes pediátricos con PC y mismo tratamiento, pero sin la escalada, buscando la diferencia de mejoría que puede dar la escalada entre dos grupos de mismas características en edades aún en desarrollo. A pesar de que no existe literatura en este tipo de población, sí que otros estudios, como el ensayo clínico de Christensen et al. (36) tienen como objetivo comparar la efectividad de la escalada en pacientes pediátricos con desarrollo típico, encontrando resultados beneficiosos para los que hacen este tipo de intervención. En este sentido, otro estudio llevado a cabo en adultos con esclerosis múltiple, también ha encontrado efectos significativos en la escalada terapéutica (28). Este estudio también se ha apoyado en otros trabajos que comprobaron que la escalada adaptada puede mejorar significativamente la función motora en niños con trastornos del desarrollo, como comprobó Ulrich et al. (45) y que las actividades físicas desafiantes, como la escalada, pueden aumentar la motivación y la autoeficacia en niños con discapacidades motoras, apoyando nuestros resultados sobre la mejora en la autoeficacia como se comprobó en el estudio de Farley et al (46).

Las fortalezas de este estudio son varias. En primer lugar, los instrumentos y las escalas de medición que se han utilizado, los cuales tienen gran evidencia científica, además de ser de fácil accesibilidad y bajo coste como la MACS o el dinamómetro Kinvent K-Push. Por otro lado, este estudio es novedoso y está dirigido a una población muy concreta. Además, si se comprobase la hipótesis planteada podría generalizarse a otras poblaciones con patologías neurodegenerativas.

Este trabajo también cuenta con limitaciones. Por un lado, al no existir literatura no se ha podido hacer un cálculo muestral y se ha planteado un estudio piloto. Por otro lado, al ser el tratamiento en grupo se crea una gran dificultad de seguimiento de la actividad debido al gran número de pacientes que componen los grupos, tanto por su parte a la hora de seguir el tratamiento como por parte de los investigadores a la hora de mantener el control en las actividades. Por último, fue imposible el enmascaramiento del investigador principal y de los sujetos de estudio.

En cuanto a la prospectiva, se espera que en futuras investigaciones se estudie el efecto de la escalada en otros trastornos motores y otras enfermedades neurodegenerativas para lograr encontrar un punto de mejoría común. Además, también sería interesante llevarlo a cabo en pacientes adultos, y no solo en edad pediátrica. Por último, sería interesante no

centrarse solo en los beneficios físicos como se ha hecho en este estudio, sino investigar la posible mejoría en las habilidades sociales y en el bienestar mental de estos pacientes.

Conclusión:

Teniendo en cuenta que es un estudio novedoso sobre los efectos de un deporte poco implementado en el campo de la fisioterapia los resultados que se esperan obtener podrían ser bastante beneficiosos en cuanto a la fuerza de agarre, fuerza de MMSS, tono, funcionalidad y autonomía de la mano afecta. Esto podría ayudar a los pacientes a tener una futura vida adulta con menores dificultades a la hora de realizar sus actividades diarias, y por tanto, mayor calidad de vida.

ANEXOS

- ANEXO 1: DINAMÓMETRO KINVENT K-PUSH



- ANEXO 2: DINAMÓMETRO HIDRÁULICO JAMAR



- ANEXO 3: ESCALA ASWORTH

Escala de Ashworth Modificada

0	No hay cambios en la respuesta del músculo en los movimientos de flexión o extensión.
1	Ligero aumento en la respuesta del músculo al movimiento (flexión ó extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco del movimiento.
1+	Ligero aumento en la resistencia del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).
2	Notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.
3	Marcado incremento en la resistencia del músculo; el movimiento pasivo es difícil en la flexión o extensión.
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente

- ANEXO 4: ESCALA MACS



Que necesita saber para usar MACS?

La habilidad del niño para manipular objetos en actividades diarias importantes, por ejemplo durante el juego y tiempo libre, comer y vestir.

En que situación es independiente el niño y que cantidad de soporte y adaptación necesita?

- I. **Manipula objetos fácil y exitosamente.** En su mayoría, limitaciones en la facilidad para la realización de tareas manuales que requieren velocidad y agudeza. Sin embargo ninguna limitación en habilidades manuales, sin restricción de la independencia en las actividades diarias.
- II. **Manipula la mayoría de los objetos pero con un poco de reducción en la calidad y/o velocidad del logro.** Ciertas actividades pueden ser evitadas o ser obtenidas con alguna dificultad; pueden emplearse formas alternativas de ejecución de las habilidades manuales, usualmente no hay restricción en la independencia de las actividades de la vida diaria.
- III. **Manipula los objetos con dificultad; necesita ayuda para preparar y/o modificar actividades.** La ejecución es lenta y los logros con éxito limitado en calidad y cantidad. Las actividades son realizadas independientemente si estas han sido organizadas o adaptadas.
- IV. **Manipula una limitada selección de objetos fácilmente manipulables en situaciones adaptadas.** Ejecuta parte de las actividades con esfuerzo y con éxito limitado. Requiere soporte continuo y asistencia y/o equipo adaptado aun para logros parciales de la actividad.
- V. **No manipula objetos y tiene habilidad severamente limitada para ejecutar aun acciones sencillas.** Requiere asistencia total.

Distinciones entre Niveles I y II

I Los niños en Nivel I tienen limitaciones en la manipulación de objetos muy pequeños, pesados o frágiles que demandan un control motor fino minucioso, o excelente coordinación en manos. Las limitaciones pueden también involucrar la ejecución en situaciones nuevas y desconocidas. Los niños en el nivel II ejecutan casi las mismas actividades que los del Nivel I, pero la calidad de la ejecución es menor o la ejecución es mas lenta. Las diferencias funcionales entre las manos pueden limitar la efectividad de la ejecución. Los niños en el nivel II comúnmente tratan de simplificar la manipulación de los objetos, por ejemplo usando una superficie para soporte, en vez de manipular los objetos con ambas manos.

Distinciones entre Niveles II y III

Los niños en el nivel II manipulan la mayoría de los objetos, sin embargo la calidad de la ejecución es lenta o reducida. Los niños en el Nivel II comúnmente necesitan ayuda para preparar la actividad y requieren ajustes en su ambiente debido a que su habilidad para alcanzar y manipular objetos está limitada. Ellos no pueden ejecutar ciertas habilidades y su grado de independencia está relacionado al soporte en el ambiente.

Distinciones entre Niveles III y IV

Los niños en el nivel III pueden ejecutar actividades seleccionadas si la situación es preparada de antemano y si tienen supervisión y tiempo suficiente. Los niños en el Nivel IV necesitan ayuda continua durante las actividades y participar en el mejor de los casos solo en partes de una actividad.

Distinciones entre Niveles IV y V

Los niños en el Nivel IV ejecutan parte de una actividad, sin embargo necesitan ayuda continuamente. Los niños en el nivel V podría en el mejor de participar con un simple movimiento en situaciones especiales, por ejemplo, pulsando un botón o, en ocasiones sostener objetos poco exigente.

- ANEXO 5: ESCALA GMFM

Escala GMFM para Parálisis Cerebral

	NÍVEL I - Marcha independente sem limitações; - Pula e corre; - Velocidade, equilíbrio e coordenação podem ser prejudicados.	
	NÍVEL II - Anda com limitações, mesmo em superfícies planas; - Engatinha; - Tem dificuldade para pular e correr.	
	NÍVEL III - Anda com auxílio de muletas ou andadores; - Sobe escadas com segurando em corrimão; - Depende da função de membros superiores para tocar a cadeira de rodas em longas distâncias.	
	NÍVEL IV - Senta-se em cadeira adaptada; - Faz transferências com ajuda de um adulto; - Anda com andador em curtas distâncias; - Pode adquirir autonomia em cadeira de rodas.	
	NÍVEL V - Necessita de adaptações para sentar-se; - É totalmente dependente nas atividades de vida diárias e na locomoção; - Pode tocar cadeira de rodas motorizada com adaptações.	

- ANEXO 6: HOJA DE INFORMACIÓN



TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectos de la escalada en pacientes pediátricos con hemiparesia en Parálisis Cerebral

NOMBRE DEL ALUMNO O ALUMNOS: Iñaki Moral Montejo

CENTRO: Escuela Universitaria Gimbernat-Cantabria (adscrita a la UC)

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente y respeta la normativa vigente.

Nuestra intención es proporcionarle información adecuada y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en el estudio. Para ello lea con atención esta hoja informativa y luego podrá preguntar cualquier duda que le surja relativa al estudio. Además, puede consultar con cualquier persona que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y puede decidir no participar. En caso de que decida participar en el estudio puede cambiar su decisión y retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico y sin que se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO (breve resumen incluyendo los siguientes puntos)

En qué consiste el estudio y justificación de la pertinencia de llevarlo a cabo.

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Beneficios de la participación en el estudio. (eliminar lo que no proceda)

Se espera mejorar el conocimiento científico relativo a y puede que otros pacientes se beneficien en el futuro. Es posible que usted no reciba ningún beneficio directo en su salud por su participación en este estudio.

Es posible que se beneficie del nuevo tratamiento experimental si se demuestra que es más eficiente que el habitual

Riesgos de la participación en el estudio. (eliminar lo que no proceda)



Si el ensayo es aleatorizado quiere decir que se decide al azar el tratamiento por lo que cabe la posibilidad de no recibir el tratamiento experimental. Sin embargo, puede ocurrir que tras recibir la medicación /intervención, tanto experimental como habitual, presente alguno de los siguientes efectos adversos ... (enumerar)...

En caso de presentar cualquier efecto adverso, por favor comuníquelo a su médico del estudio.

Tendrá que acudir a las visitas previstas en el estudio y someterse a las pruebas complementarias previstas en el protocolo del estudio.

Si se considera que seguir participando puede suponer un riesgo para su salud puede retirarle del mismo aún sin su consentimiento.

CONFIDENCIALIDAD

El procesamiento de los datos personales se realizará según el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y las correspondientes leyes locales.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de forma que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dicho código y se comprometen a usar esta información exclusivamente para los fines planteados en el estudio. Los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica o Autoridades Sanitarias pueden tener acceso a esta información en cumplimiento de requisitos legales. Se preservará la confidencialidad de estos datos y no podrán ser relacionados con usted, incluso aunque los resultados del estudio sean publicados.

- ANEXO 7: HOJA DE CONSENTIMIENTO/REVOCACIÓN INFORMADO



◇ **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectos de la escalada en pacientes pediátricos con hemiparesia en Parálisis Cerebral
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Iñaki Moral Montejo
CENTRO: Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria (adscrita a la UC)

D./Dña. _____
(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra. _____
con quien he clarificado las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin dar explicaciones
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que aporte será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar ...

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador _____ Firma del paciente _____

Fecha _____
(la fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el paciente)



REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Yo, D./Dña. _____
retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

BIBLIOGRAFÍA

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
2. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(6):509-519.
3. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(10):885-910.
4. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):571-576.
5. McIntyre S, Morgan C, Walker K, Novak I. Cerebral palsy—don't delay. *Dev Disabil Res Rev.* 2011;17(2):114-129.
6. Staudt M. Reorganization after pre- and perinatal brain lesions. *J Anat.* 2010;217(4):469-474.
7. Green D, Schertz M, Gordon AM, Moore A, Schejter Margalit T, Farquharson Y, et al. A multi-site study of functional outcomes following a themed approach to hand-arm bimanual intensive therapy for children with hemiplegia. *Dev Med Child Neurol.* junio de 2013;55(6):527-33.
8. Palisano RJ, Cameron D, Rosenbaum PL, Walter SD, Russell D. Stability of the gross motor function classification system. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(6):424-428.
9. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(7):549-554.
10. Sakzewski L, Boyd R, Ziviani J. Clinimetric properties of participation measures for 5-to 13-year-old children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(3):232-240.
11. Guyard A, Fauconnier J, Mermet MA, Cans C. Impact of cerebral palsy on the quality of life of adolescents and adults. *J Dev Phys Disabil.* 2011;23(4):307-336.

12. Fehlings D, Novak I, Berweck S, Hoare B, Stott NS, Russo RN. Botulinum toxin assessment, intervention and follow-up for paediatric upper limb hypertonicity: international consensus statement. *Eur J Neurol*. 2010;17(s2):38-56.
13. McLaughlin JF, Bjornson KF, Temkin NR, Steinbock KL, Wright GE, Yung BR. Selective dorsal rhizotomy: efficacy and safety in an investigator-masked randomized clinical trial. *Dev Med Child Neurol*. 2002;44(1):17-25.
14. Giagazoglou P, Arabatzi F, Kellis E, Liga M, Karra C. Effects of a multimodal training program on motor performance in children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2015;18(5):313-319.
15. Rosenthal RJ. The physiological benefits of climbing: an exploratory study. *Int J Sports Med*. 2016;37(10):791-798.
16. Wang HH, Wu ZY, Lin CH. Effects of climbing exercises on muscle strength and endurance in children with cerebral palsy: A pilot study. *Res Dev Disabil*. 2015;47:225-231.
17. Martin J. Psychological and social aspects of climbing: the roles of personality, sensation-seeking and risk-taking. *Sports Med*. 2006;36(6):516-525.
18. Majnemer A, Shevell M. The Child Health Questionnaire in children with cerebral palsy: reliability and validity of the parent proxy report. *Dev Med Child Neurol*. 2004;46(6):390-398.
19. Bartlett DJ, Palisano RJ. A multivariate model of determinants of motor change for children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2000;80(6):598-614.
20. Mackey AH, Stott NS. A systematic review of the efficacy of interventions for children with cerebral palsy: The state of the evidence. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(11):876-886.
21. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*. 2002;16(1):1-14.
22. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(2):119-125.
23. Bilde PE, Kliim-Due M, Rasmussen B, Petersen L, Ketelaar M. Physical activity in children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(11):499-504.
24. Majnemer A. Benefits of early intervention for children with developmental disabilities. *Semin Pediatr Neurol*. 1998;5(1):62-69.

25. Taylor NF, Dodd KJ, McBurney H, Graham HK. Factors influencing adherence to a home-based strengthening program for young people with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2004;84(3):233-243.
26. Ketelaar M, Vermeer A, Helders PJ. Functional motor abilities of children with cerebral palsy: A systematic literature review of assessment measures. *Clin Rehabil.* 1998;12(5):369-380.
27. Kern C. Klettern mit Multipler Sklerose. Therapieoption oder nur ein Traum? *Int. Z Handlungsorientiertes Lernen.* 2010;5:27–31
28. Velikonja O, Čurić K, Ožura A, Jazbec SŠ. Influence of sports climbing and yoga on spasticity, cognitive function, mood and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Clin Neurol Neurosurg [Internet].* 2010;112(7):597–601.
29. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krleža-Jerić K, et al. SPIRIT 2013 statement: Defining standard protocol items for clinical trials. Vol. 158, *Annals of Internal Medicine.* American College of Physicians; 2013. p. 200–7.
30. Olds M MSMN. Validity and Reliability of the Kinvent Handheld Dynamometer in the Athletic Shoulder Test. *J Sport Rehabil.* 2023;32(7):764–72.
31. Dekkers KJFM, Rameckers EAA, Smeets RJEM, Janssen-Potten YJM. Upper Extremity Strength Measurement for Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review of Available Instruments [Internet]. 2014.
32. Mutlu A, Livanelioglu A, Gunel MK. Reliability of Ashworth and Modified Ashworth Scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9.
33. Lieber J, Dittli J, Lamercy O, Gassert R, Meyer-Heim A, van Hedel HJA. Clinical utility of a pediatric hand exoskeleton: identifying users, practicability, and acceptance, and recommendations for design improvement. *J Neuroeng Rehabil.* 2022 Dec 1;19(1).
34. Ryll UC, Eliasson AC, Bastiaenen CHG, Green D. To Explore the Validity of Change Scores of the Children's Hand-use Experience Questionnaire (CHEQ) in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2019 Mar 4;39(2):168–80.
35. Rivera-Rujana DM, Muñoz-Rodríguez DI, Agudelo-Cifuentes MC. Reliability of the Gross Motor Function Measure-66 scale in the evaluation of children with

- cerebral palsy: validation for Colombia. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2022 Jan 1;79(1):33–43.
36. Christensen MS, Jensen T, Voigt CB, Nielsen JB, Lorentzen J. To be active through indoor-climbing: An exploratory feasibility study in a group of children with cerebral palsy and typically developing children. *BMC Neurol*. 2017;17(1).
 37. Koch HGB, Peixoto G de O, Labronici RHDD, Silva NC de OV e, Alfieri FM, Portes LA. Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy. *Acta Fisiátrica*. 2015;22(1).
 38. Draper N, Jones GA, Fryer S, Hodgson C, Blackwell G. Effect of an on-sight lead on the physiological and psychological responses to rock climbing [Internet]. Vol. 7, ©Journal of Sports Science and Medicine. 2008.
 39. Stien N, Saeterbakken AH, Hermans E, Vereide VA, Olsen E, Andersen V. Comparison of climbing-specific strength and endurance between lead and boulder climbers. *PLoS One*. 2019 Sep 1;14(9).
 40. Friel KM, Ferre CL, Brandao M, Kuo HC, Chin K, Hung YC, et al. Improvements in Upper Extremity Function Following Intensive Training Are Independent of Corticospinal Tract Organization in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Clinical Randomized Trial. *Front Neurol*. 2021 May 3;12.
 41. Eliasson A, Gordon AM. Impaired force coordination during object release in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2000 Apr;42(4):228–34.
 42. Mohamed RA, Yousef AM, Radwan NL, Ibrahim MM. Efficacy of different approaches on quality of upper extremity function, dexterity and grip strength in hemiplegic children: a randomized controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*[Internet].2021;25(17):5412–23.
 43. Kim S-H, Seo D-Y. Effects of a therapeutic climbing program on muscle activation and SF-36 scores of patients with lower back pain. *J Phys Ther Sci* [Internet].2015;27(3):743–6.
 44. Marianne Anke S, Sylvie K, Jérôme P, Shahid B, Thomas F, Dieter Georg R, et al. Effect of Long-Term Climbing Training on Cerebellar Ataxia: A Case Series. *Rehabil Res Pract*. 2011;2011:1–8.
 45. Ulrich DA, Robinson LE, Buschner C, Stodden DF. The effects of climbing on children with developmental coordination disorder: A pilot study. *Res Dev Disabil*. 2020;99:103588. doi:10.1016/j.ridd.2020.103588.

46. Farley BG, Fox CM, Ramig LO, McFarland DH. Intensive activity training for children with motor speech disorders: A randomized controlled trial. *J Child Neurol.* 2019;34(5):222-230. doi:10.1177/0883073819832930.