

Impacto de las cirugías múltiples, en un solo tiempo quirúrgico, sobre el patrón de marcha en niños con parálisis cerebral

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt 2010 – 2014

AUTORES

Ricardo José Méndez Medina

Luis Eduardo Rueda Fonseca

Mauricio Mafla Gómez

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario

Universidad CES

Bogotá

Mayo 2015

Ficha técnica

Autores

Dr. Ricardo José Méndez Medina

Estudiante Epidemiología - Universidad del Rosario - CES

Médico y Cirujano - Universidad Nacional de Colombia

Teléfono: +57 313 212 7649

Fax: +571 353 4000

e-mail: rmendez@ioir.org.co

Dr. Luis Eduardo Rueda Fonseca

Especialista en Ortopedia Infantil

lrueda@ioir.com.co

Dr. Mauricio Mafla Gómez

Especialista en Ortopedia y Traumatología

Fellow en Ortopedia Infantil

mauricio_mafla1983@hotmail.com

Asesor metodológico

Dr. Luis Fernando Useche

Especialista en Cirugía de Cadera

Especialista en Epidemiología

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Instituciones Participantes

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Carrera 4a Este (Av. Circunvalar) # 17-50, Bogotá D.C.

<http://www.instituto-roosevelt.org.co/>

Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario

Calle 12C No. 6-25, Bogotá D.C.

<http://www.urosario.edu.co/>

Universidad CES

Calle 10 A # 22 - 04, Medellín

<http://www.ces.edu.co/>

Salvedad de responsabilidad institucional

La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría dar las gracias al Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt y a su grupo de especialistas en Ortopedia Infantil quienes con su conocimiento y experiencia son los que llevan a cabo la labor de mejorar la calidad de vida de sus pacientes. Un agradecimiento especial al director del servicio de Ortopedia, el Dr. Luis Eduardo Rueda, por su aliento, experiencia y apoyo, quien con su orientación logró dar fruto a éste trabajo, y cuya experiencia en el análisis del movimiento espero adquirir algún día. También me gustaría dar las gracias al Dr. Mauricio Mafla, con quien tuve el privilegio de aprender y trabajar, y desde el ingreso a su subespecialidad siempre mostró gran interés por éste proyecto.

A mi familia le debo un agradecimiento especial. A mi esposa Mónica, su paciencia, amor y apoyo me ayudaron a través de este proceso.

Contenido

Ficha técnica	2
Salvedad de responsabilidad institucional	3
Agradecimientos	4
Lista de figuras.....	7
Lista de tablas	8
Lista de abreviaturas.....	9
Resumen.....	10
Abstract	11
Introducción	12
Problema y pregunta de investigación.....	14
Justificación.....	15
Marco Teórico	16
Definición.....	16
Clasificaciones	16
Marcha	19
El laboratorio para el análisis del movimiento.....	20
Variables de desenlace.....	23
Consideraciones técnicas	23
Tratamientos.....	25
Objetivos	27
Objetivo principal.....	27
Objetivos secundarios	27
Metodología	28

Tipo de estudio y diseño general.....	28
Población y tamaño de la muestra.....	28
Criterios de selección.....	29
Variables	29
Hipótesis	30
Instrumentos y recolección de la información	30
Administración del proyecto	30
Plan de Análisis de la información.....	31
Consideraciones éticas	33
Resultados	34
Discusión.....	50
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	56
Anexo 1. Tabla operacional de variables.....	59
Anexo 2. Presupuesto y cronograma de investigación	63
Recursos.....	63
Cronograma	63

Lista de figuras

<i>Figura 1. Clasificación topográfica de la Parálisis Cerebral.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. Clasificación GMFCS.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3. Supervivencia en Parálisis Cerebral.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Posición de los marcadores según el protocolo de Davis.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5. Etapas de desarrollo del estudio.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6. Selección de la muestra de estudio.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7. Comparación de las gráficas MAP de cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes no operados.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8. Comparación de las gráficas MAP de cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes operados.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9. Representación gráfica del punto de corte en el cual los pacientes mantenían o mejoraban la diferencia del GPS promedio.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10. Nivel funcional motor de cada cohorte de pacientes en el LAM inicial y final.....</i>	<i>48</i>

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Control de sesgos y errores.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2. Análisis estadístico.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3. Características clínicas y demográficas de la muestra de pacientes ingresados al estudio.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4. Tratamientos recibidos por los pacientes durante el periodo de estudio.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 5. Tiempo transcurrido desde el LAM inicial y la cirugía.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 6. Diferencias en las variables de desenlace entre los LAM, para cada cohorte de estudio.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7. Diferencias en las variables de desenlace entre los LAM, para cada cohorte de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 8. Diferencias en los desenlaces entre las dos cohortes de estudio.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 9. Diferencias en los desenlaces entre las dos cohortes de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 10. Punto de corte del GPS promedio para clasificación del desenlace.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Análisis univariado de la diferencia del GPS promedio.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12. Matriz de correlaciones entre las variables significativas para el modelo.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 13. Predictores independientes para que el paciente mantenga o mejore el valor de GPS promedio.....</i>	<i>47</i>

Lista de abreviaturas

DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DS	Desviación estándar
FAQ	Gillete Functional Assessment Questionnaire
FMS	Functional Mobility Scale
GDI	Gait Deviation Index
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GPS	Gait Profile Score
IC95%	Intervalo de confianza del 95%
ICE	Índice de Consumo de Energía
IOIR	Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt
IPS	Instituciones Prestadoras de Salud
LAM	Laboratorio para el Análisis del Movimiento
MAP	Movement Analysis Profile
OR	Odds Ratio
PC	Parálisis Cerebral
PCD	Parálisis Cerebral Disquinética
PCE	Parálisis Cerebral Espástica
PCM	Parálisis Cerebral Mixta
PODCI	Pediatric Outcomes Data Collection Instrument
SEMLS	Single Event Multi Level Surgery
SGSSS	Sistema General de Seguridad Social en Salud
SNC	Sistema Nervioso Central
UPC	Unidad de Pago por Capitación

Resumen

Introducción: La Parálisis Cerebral (PC) es la enfermedad neurológica más incapacitante en niños, su historia natural tiende al deterioro motor y funcional. Con este estudio se busca establecer si las cirugías múltiples de miembros inferiores, en un tiempo quirúrgico, mantienen el nivel motor y funcional.

Material y Método: Estudio analítico de cohortes. Se compara un grupo de pacientes sometidos a cirugías múltiples contra un grupo de pacientes no operados, en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt. Se evaluaron los pacientes con dos Laboratorios para el Análisis del Movimiento (LAM) y se midieron los desenlaces mediante el cambio en la puntuación del perfil de marcha (GPS) y el nivel funcional motor grueso (GMFCS).

Resultados: 109 pacientes cumplieron con los criterios de selección, 67 pacientes fueron sometidos a cirugía y 42 pacientes no. Los pacientes operados mejoraron el GPS promedio (diferencia -1,94; $p=0,002$) comparado con los pacientes no operados (diferencia 1,74; $p=0,001$), indicando una mejoría significativa de la cinemática de la marcha. En un modelo de regresión logística predictivo, el paciente que es operado tiene una probabilidad del 78% de mantener su patrón de marcha, mientras que si no se opera su probabilidad disminuye al 37%. El nivel funcional motor GMFCS no mostró cambios significativos entre los grupos.

Discusión: Las cirugías múltiples de miembros inferiores mantienen de manera significativa el patrón de marcha en pacientes con PC. Se destaca el seguimiento de los pacientes mediante el LAM y se sugiere el uso del GPS para valorar resultados en este tipo de pacientes.

Palabras clave: Parálisis cerebral, Cirugías múltiples de miembros inferiores, Análisis de la marcha

Abstract

Introduction: Cerebral Palsy (CP) is the most incapacitating neurological disease in children, its natural history trend to a motor and functional impairment. This study seeks to establish if Single Event Multi-Level Surgeries (SEMLS) of the lower limbs, maintain the motor and functional level.

Methods: Analytic cohort study. A group of patients undergoing SEMLS was compared against a group of patients who did not undergo to any surgical intervention, at the Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt. Patients were evaluated with two Motion Analysis Laboratory (MAL) and outcomes were measured by the change in the Gait Profile Score (GPS) and Gross Motor Functional Classification System (GMFCS).

Results: 109 patients met the selection criteria, 67 patients underwent surgery and 42 patients were not treated surgically. The patients who underwent surgery improved the mean GPS overall (difference -1.94; $p = 0.002$) compared with not operated patients (difference 1.74; $p = 0.001$), indicating a significant improvement in gait kinematics. In a multivariate model, the patient had a change to maintain their gait pattern of 78% if was operated, while the probability of the not operate patient decreases to 37%. The GMFCS showed no significant changes between the groups.

Discussion: The SEMLS of the lower limbs maintain or improve significantly its gait pattern in patients with CP. This study highlights the use of MAL for follow-up, and use of GPS is suggested to assess results in these patients.

Keywords: cerebral palsy, single event multi-level surgery, gait analysis

Introducción

El Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt (IOIR) presta servicios de salud especialmente a niños y niñas en situación de discapacidad con programas y proyectos que buscan el mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes. Luego de más de medio siglo de funcionamiento, el instituto cuenta con la capacidad y experiencia en la atención de patologías complejas, siendo una de las más frecuentes los niños con diagnóstico de parálisis cerebral (PC) y sus múltiples comorbilidades.

La PC es el ejemplo de una patología de origen central, no progresiva, en donde se presentan alteraciones del tono muscular, la postura, el equilibrio y el movimiento; encontrando así una amplia variedad de presentaciones clínicas con indicaciones de tratamiento muy puntuales, con el fin de preservar o mejorar la función existente.

Se considera que cerca del 80% de los niños con PC logran un patrón de marcha en algún momento de la vida, sin embargo la historia natural de la enfermedad tiende al deterioro, alterando el patrón de marcha y su nivel funcional, provocando que el niño no sea independiente en el desplazamiento, llevándolos al deterioro físico, psicológico y de su entorno familiar.

Es en este punto donde el tratamiento ortopédico toma una importancia mayor mediante la prevención o corrección de las contracturas articulares y las deformidades esqueléticas secundarias, utilizando múltiples estrategias de rehabilitación y tratamientos quirúrgicos que le permitan al niño mantener su independencia conforme avanza su crecimiento. Las cirugías múltiples de miembros inferiores en un solo acto quirúrgico, se practican para la corrección de alteraciones osteoarticulares. Estas cirugías tienen un tiempo quirúrgico prolongado y un aumento del sangrado intraoperatorio, pero con una mejoría en la marcha y los arcos de movimiento de las articulaciones, y una menor incidencia en la recurrencia de las deformidades ortopédicas al compararlas con procedimientos quirúrgicos únicos puntuales.

El propósito de este trabajo es establecer si las cirugías múltiples de miembros inferiores en su solo tiempo quirúrgico, mantienen o mejoran el patrón de marcha a

corto plazo, en una muestra de niños con PC del IOIR; procedimiento que se realiza con frecuencia y que subjetivamente en la consulta externa muestra buenos resultados durante el posoperatorio. Igualmente la literatura científica internacional reporta mejoría clínica y funcional, sin embargo los resultados de estas cirugías no han sido valorados en el IOIR y en la literatura científica de nuestro país es escasa.

El objetivo último es generar conocimiento que pueda utilizarse como punto de partida para soportar otras investigaciones y orientar acciones de gestión médico-quirúrgica para mejorar la calidad en los proceso de atención impactando en los desenlace postoperatorios.

Problema y pregunta de investigación

El patrón de marcha en los niños con parálisis cerebral y su nivel funcional se deteriora con el paso del tiempo (1,2). La historia natural de la enfermedad, evoluciona hacia el deterioro global y particularmente sus habilidades motoras decrecen en la medida que su peso corporal aumenta y disminuye su fuerza, teniendo en pico importante de deterioro al llegar a la madurez esquelética. Esto sin tener en cuenta las múltiples comorbilidades que pueden presentar estos pacientes, hasta volverse cada vez más dependientes, lo cual tiene implicaciones negativas para desenvolverse en su entorno personal, familiar y social (3).

Es por lo anterior que nos formulamos las siguientes preguntas de investigación:

¿Las cirugías ortopédicas múltiples de miembros inferiores en su solo tiempo quirúrgico modifican el patrón de marcha de los pacientes con PCE, comparado con pacientes con PCE no intervenidos?

¿Las cirugías ortopédicas múltiples de miembros inferiores en un solo tiempo quirúrgico previenen el deterioro motor y el deterioro funcional de los pacientes con PCE, comparado con pacientes con PCE no intervenidos?

Justificación

La PC es la patología neurológica más frecuentemente encontrada en los hospitales infantiles, con una incidencia de 1.9 a 3.6 por 1000 nacidos vivos (4), adicionalmente es la enfermedad neurológica más incapacitante de niños y adultos jóvenes, tanto para el paciente como para la familia, que genera un importante impacto social y personal (3). El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el censo general de 2005, reportó que a nivel nacional 2.624.898 personas presentan limitaciones y restricciones y reporta que de cada 100 colombianos con limitaciones, el 29% tiene limitaciones permanentes para caminar o moverse, el 10% tiene limitaciones permanentes para relacionarse con los demás y 9,8% tiene limitaciones permanentes para su cuidado (5), por lo que es de esperar que una importante proporción de estos pacientes sean niños o adultos con parálisis cerebral.

Si la PC no se interviene a tiempo, el niño puede llegar a perder sus capacidades motoras y limitar su movilidad (6); lo que genera una importante carga al sistema de salud. En 2008, la Fundación Saldarriaga Concha estimó que la PC tiene una frecuencia de consulta de primera vez del 0,03% de todas las consultas, con un costo en el uso de ayudas técnicas (órtesis y aparatos) del 0,15% del total de la Unidad de Pago por Capitación (UPC) (7).

Es importante el estudio de los desenlaces de las cirugías múltiples de los miembros inferiores en un solo acto quirúrgico, que se practican para mejorar la marcha y nivel funcional en estos pacientes o por lo menos disminuir la progresión de este deterioro, considerando como un buen resultado poder tener niños que no sean dependientes de ayudas externas, ni de cuidadores permanentes, ni traslados especiales para su movilidad.

Marco Teórico

Definición

La Parálisis Cerebral, también conocida como Insuficiencia Motora de Origen Central, es un trastorno no progresivo de la postura y el movimiento causado por un defecto o insulto al sistema nervioso central (SNC). Esta lesión sobre el SNC ocurre en la etapa prenatal, perinatal o postnatal y es la principal causa de discapacidad en niños (1,4). El producto del metaanálisis de Okoui y cols. estimó la prevalencia de esta entidad en 2.11 por 1000 nacidos vivos, y se ha mantenido estable en los últimos 10 años (8). Se caracteriza por la incapacidad para controlar las funciones motoras y tiene el potencial de tener un efecto negativo en el desarrollo general del niño, al afectar la capacidad para explorar, hablar, aprender y ser independiente.

El diagnóstico de PC no es fácil, la literatura reporta que no se ha logrado una definición clara de la PC. Blair y cols. consideran que la PC es un término que abarca una amplia variedad de condiciones clínicas que cumplen con cuatro criterios: presencia de un trastorno del movimiento o la postura; secundaria a una anomalía cerebral; que aparece durante el desarrollo temprano; y durante el tiempo que existe movimiento, la anomalía cerebral no progresa (4). Este mismo autor también destaca que cada niño con PC, incluso con el mismo tipo y grado de afectación, se presenta con su propio conjunto único de anomalías.

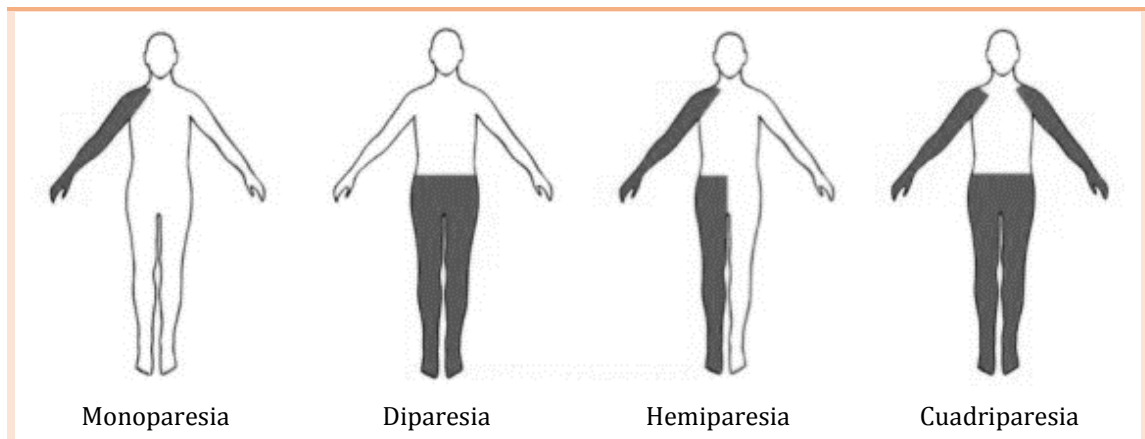
Clasificaciones

Los pacientes con PC pueden ser clasificados de diferentes formas (1,2,9,10):

- Clasificación anatómica: El área afectada del cerebro se refleja directamente en la discapacidad motora resultante. Si la lesión ocurre sobre el sistema piramidal o la vía corticoespinal se produce un síndrome de motoneurona superior predominando la espasticidad (Parálisis Cerebral Espástica, PCE); pero si la lesión es extrapiramidal sobre los ganglios basales o la vía cerebelosa se pueden encontrar pacientes predominantemente disquinéticos o atáxicos (Parálisis Cerebral Disquinética, PCD); o en casos de lesiones severas se pueden encontrar formas mixtas (Parálisis Cerebral Mixta, PCM).

- Clasificación topográfica: describe que parte del cuerpo está afectada en la PC, según la ubicación topográfica de la lesión en el sistema nervioso central.
 - Monoplejía/monoparesia: un solo miembro afectado
 - Hemiplejía/hemiparesia: afecta los miembros de un hemicuerpo
 - Diplejía/diparesia: dos miembros afectados
 - Tetraplejía/tetraparesia: cuatro miembros afectados

Figura 1. Clasificación topográfica de la Parálisis Cerebral

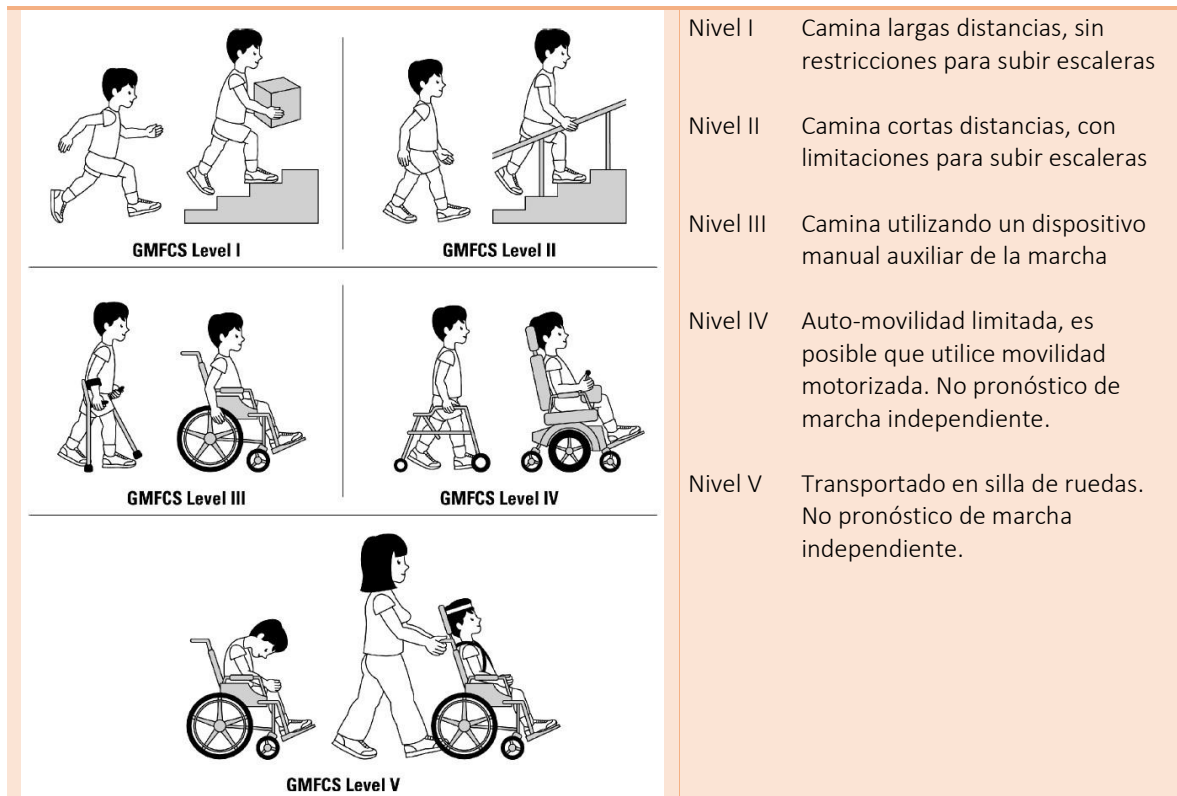


Fuente: Autor

- Clasificación de la función motora gruesa: En 1997 Palisano y cols. establecieron el sistema de clasificación de la función motora gruesa GMFCS (Gross Motor Function Classification System), es un sistema ampliamente aceptado y utilizado en la literatura. En general está basado en el movimiento auto-iniciado por el paciente con énfasis en la sedestación (control del tronco), las transferencias y la movilidad (10). Consta de cinco niveles (Figura 2). El nivel I representa el nivel más funcional, en donde el niño es capaz de deambular independientemente sin un dispositivo de ayuda. El nivel V representa a los niños con la movilidad más limitada y se refiere a aquellos niños que dependen completamente para su movilización. Es común el uso de la clasificación GMFCS en investigación en niños con PC y existe amplia literatura al respecto (10–12). Fue revisada y ampliada en el 2007 por sus autores, proporcionando mayor detalle para el clínico o el investigador para asignar con precisión el nivel funcional (13).

Estudios previos han demostrado que los resultados pueden variar en función de la movilidad funcional del niño antes de la intervención. Esta es una consideración importante en el diseño y análisis de los resultados de investigación (12).

Figura 2. Clasificación GMFCS



Tomado de: Palisano R y cols. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy.

Estas clasificaciones intentan crear grupos homogéneos para la evaluación de los pacientes en la práctica clínica y en investigación. Al diseñar estudios de investigación, deben tenerse en cuenta varios factores con el fin de intentar crear homogeneidad, entre otros la presencia de comorbilidades comunes asociados con PC, tales como: la cognición, la visión, la audición, convulsiones, escoliosis y discrepancia de longitud de las piernas. Todas estas comorbilidades tienen el potencial de afectar la marcha y afectar a las medidas de resultado. Otros factores a tener en cuenta al diseñar los estudios de investigación son los antecedentes médicos del paciente y antecedentes quirúrgicos (etiología desconocida, historia familiar de impedimentos para caminar,

cirugía ortopédica previa y cirugías neurológicas anteriores como una rizotomía dorsal o la colocación de la bomba de baclofeno).

Así, para los propósitos de resultados quirúrgicos, la creación de un grupo homogéneo de niños con PC es a menudo difícil.

Marcha

La marcha es una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco que generan un desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad del cuerpo y así permitir la locomoción eficaz. Es un proceso complejo que requiere una integración neurológica completa, un alineamiento adecuado de las extremidades inferiores y adecuados arcos de movilidad de las articulaciones para favorecer la contracción muscular y la movilidad articular subsecuente. La marcha bípeda es poco estable y poco eficiente en comparación con la marcha cuadrúpeda, sin embargo la marcha bípeda nos da la ventaja de liberar las manos y de elevar la línea de visión. Entonces, la marcha busca el menor desplazamiento posible del centro de gravedad en todos los planos para lograr el menor consumo de energía y así mantenerse erguido (2,9).

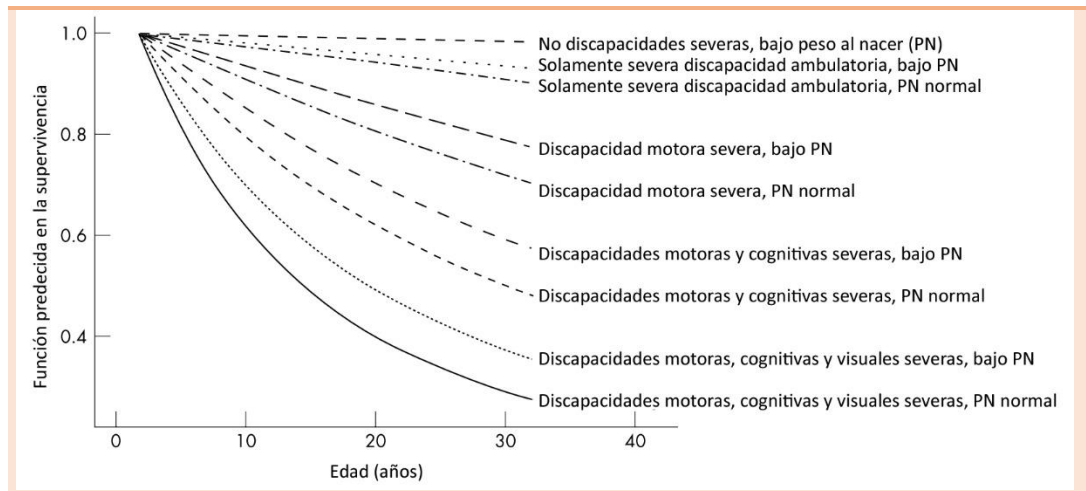
En PC, las alteraciones sobre el tono muscular que se presentan como consecuencia del daño al SNC, afectan directamente el crecimiento del sistema esquelético y favorece la aparición de deformidades progresivas en las articulaciones a través de las cuales estos músculos actúan. Lo anterior conlleva a que la marcha del niño con parálisis cerebral sea laboriosa y con un consumo de energía mayor.

Se ha establecido que hasta el 80% de los pacientes con PC logran caminar en algún momento de su vida, pero la historia natural de la enfermedad tiende al deterioro de la marcha en la medida que su peso corporal aumenta y disminuye su fuerza, incluso algunos de ellos pierden la capacidad de caminar cuando se acercan a la madurez esquelética (2).

Hutton y cols. evaluaron una cohorte de pacientes para cuantificar los efectos del peso al nacer, la edad gestacional y las discapacidades motoras, cognitivas y sensitivas sobre

la función motora y supervivencia en PC, el cual se ilustra en la figura 3. Encontraron que la supervivencia en PC varía en función del número de discapacidades funcionales y el peso al nacer, a medida que con los años la función motora también se deteriora (3).

Figura 3. Supervivencia en Parálisis Cerebral



Tomado de: Hutton JL, Pharoah PO. Effects of cognitive, motor, and sensory disabilities on survival in cerebral palsy

Se ha demostrado que sin la intervención quirúrgica para corregir las deformidades ortopédicas en las extremidades inferiores, se presentan cambios perjudiciales en el patrón de la marcha y una disminución significativa de la funcionalidad en períodos de tiempo tan cortos como 1,5 años (14). Bell y cols, reportaron que los niños con PC no tratada (predominantemente diplejía) mostraban un significativo deterioro en varias medidas estáticas y dinámicas de la marcha (15).

El laboratorio para el análisis del movimiento

El Laboratorio para el Análisis del Movimiento (LAM), es un estudio computarizado no invasivo de la marcha, que genera una amplia información y ha proporcionado cierta objetividad técnica para conocer la manera como camina un individuo y diagnosticar de manera precisa y confiable diferentes alteraciones de la marcha. Sin embargo, ha sido difícil evaluar dichos cambios incluso para grupos de niños con un nivel funcional similar, debido a la gran cantidad de datos interdependientes generados a partir de

dicho análisis (2,16–18). Es considerado por algunos como el estándar de oro para la evaluación preoperatoria antes de someter a una paciente a cirugías múltiples (19). Los datos que pueden ser suministrados por el laboratorio de movimiento son:

- *Examen clínico*: examen físico con énfasis en el sistema locomotor y neurológico.
- *Examen cinemático*: medición de los arcos de movimiento articulares y su trayectoria en función del tiempo.
- *Examen cinético*: medición de las fuerzas a los cuales están sometidas las articulaciones durante cada fase de la marcha.
- *Electromiografía Dinámica*: registro de la actividad muscular durante el movimiento, obteniendo datos sobre la activación o desactivación muscular durante cada fase de la marcha.
- *Análisis de Longitudes Musculares*: es un estimado del comportamiento elástico de los músculos durante la marcha, permite correlacionar la variación en la longitud de los músculos con el movimiento de los diferentes segmentos analizados.
- *Test de Consistencia*: a través del análisis de varias tomas se puede medir la consistencia del patrón de marcha del paciente, de gran utilidad para la toma de decisiones con respecto a tratamientos definitivos.
- *Índice de Consumo de Energía (ICE)*: mientras se monitoriza la frecuencia cardiaca del paciente durante la marcha y con los datos de la velocidad de la marcha que arroja el sistema se puede calcular el índice de costo fisiológico de la marcha (18).
- *Escala Funcional de La Marcha (Functional Mobility Scale FMS)*: Es una escala para valorar la marcha, constatando la capacidad del niño para caminar en tres distancias: 5, 50 y 500 metros, que equivalen a distancias en el hogar, escuela y grandes superficies. Ha sido diseñada para valorar cambios en la función motora después de una cirugía ortopédica. Diseñada para niños mayores de 6 años. Ha demostrado propiedades de validez y fiabilidad. No se ha encontrado adaptación a otras culturas (20).
- *Cuestionario de Valoración Funcional (Gillette Functional Assessment Questionnaire FAQ)*: Desarrollado en el año 1997. Es un cuestionario dividido en

10 niveles dirigido a los padres, que evalúa la movilidad del niño y la marcha independiente en todo tipo de entornos y terrenos. Puntúa de 1 a 10 (1= ausencia de marcha, a 10= niño sin discapacidad motora). La literatura no especifica la edad a la que va dirigido el cuestionario. Ha demostrado fiabilidad inter e intraobservador y la validez de contenido y concurrente demostró ser alta (21).

- *Escala de Calidad de Vida (Pediatric Outcomes Data Collection Instrument PODCI)*: es un instrumento inicialmente desarrollado para valorar niños con lesiones en mano y muñeca. Mide 6 áreas de contenido: Función de la extremidad, movilidad, deportes, dolor, felicidad y función global. Desarrollada para niños entre los 2 y los 18 años. Tiene puntuaciones estandarizadas de 0 a 100, representando los valores más altos los menores niveles de discapacidad (22).
- *Índice de Desviación de la Marcha (Gait Deviation Index GDI)*: es una medida cuantitativa general de la marcha del paciente, se da como resultado de un método estadístico multivariado y es desarrollado a partir de los datos de cinemática, permite medir la función general de cada extremidad durante la marcha (23). Un valor de GDI cerca de 100 o más alto indica la ausencia de la patología de la marcha, y cada disminución de 10 puntos por debajo de 100 indica la desviación 1 DS (desviación estándar) de la cinemática normal (por ejemplo, un GDI de 65 es 3,5 DS lejos de la normal).
- *Puntuaciones GPS y MAP (Gait Profile Score y Movement Analysis Profile)*: fueron desarrollados para proporcionar resúmenes cuantitativos y gráficos de los datos cinemáticos de la marcha. El GPS ofrece una sola medición para determinar si la función de la marcha en general ha mejorado o empeorado. Reduce toda la información a un número que refleja la calidad del patrón de la marcha con respecto a la normalidad. Una cifra mayor indica un patrón de marcha más anormal y un valor más bajo, el cual se encuentra estandarizado como cercano a cinco, indica una mejora hacia la función normal de la marcha. El MAP muestra cuales parámetros de la marcha han cambiado y en qué medida, describe la magnitud de la desviación de nueve variables cinemáticas sobre el ciclo de la marcha (24).

- Interpretación y Análisis: Un médico ortopedista, con alta experiencia en el análisis de la marcha, analiza la información y describe los eventos que suceden durante el movimiento. Se determinan los problemas primarios y se dan las recomendaciones terapéuticas pertinentes (17).

Los datos suministrados por el LAM son muy útiles para el cirujano en la toma de decisiones, entre las indicaciones para realizar un estudio mediante LAM se encuentra: distinguir entre diferentes entidades la causa de la enfermedad (diagnóstico), para determinar la gravedad, el alcance o la naturaleza de una enfermedad o lesión (evaluación), para predecir los resultados de la intervención (o de la ausencia de la intervención), y la monitorización de la evolución de la enfermedad, ya sea luego de una intervención o no (25); el LAM debe ser utilizado como parte de una "matriz de diagnóstico" tal como describe Davids y cols. (26).

Otro desafío para el análisis de los resultados quirúrgicos en el niño con PC es el número limitado de LAM. El mantenimiento de estos es costoso y la mayoría de las compañías de seguros no cubren el costo, por lo tanto, hay un número limitado de estas instalaciones.

Variables de desenlace

Con la gran cantidad de información que se genera desde el laboratorio para el análisis del movimiento, son varias las variables que se pueden utilizar como medidas de desenlace. En este estudio se utilizarán como medidas de desenlace la diferencia entre el valor final y el valor inicial de las siguientes variables: Velocidad de la marcha, Índice de consumo de energía, PODCI (físico y deportes), PODCI (transferencias y movilidad), GDI promedio y GPS promedio.

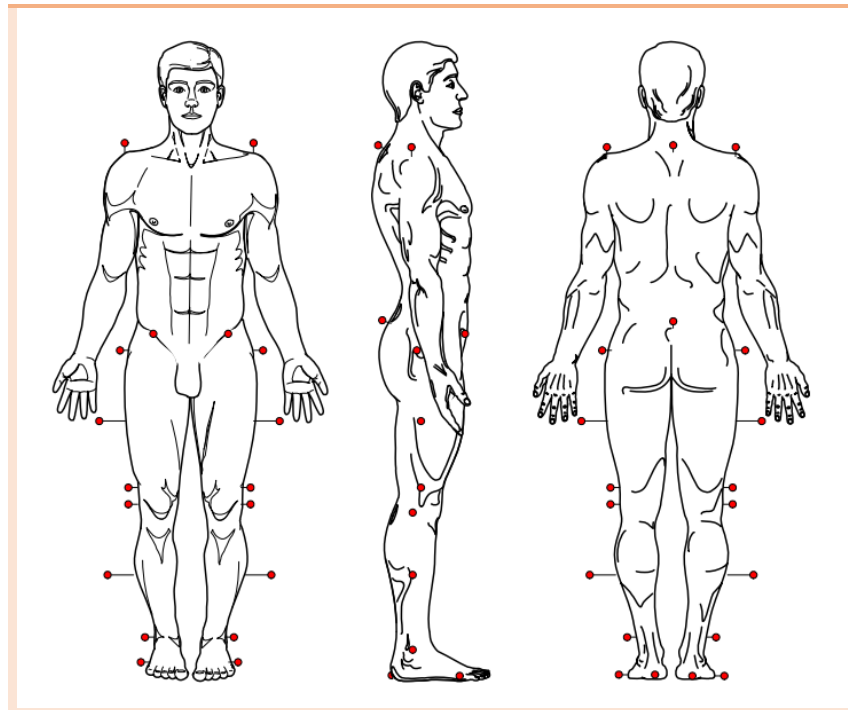
Consideraciones técnicas

El laboratorio para el análisis del movimiento del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt está conformado por un equipo marca BTS Elite Clinic®, compuesto por seis cámaras optoelectrónicas y dos plataformas de fuerza AMTI. En el instituto se optó por

utilizar el Protocolo de Davis (27) para el análisis del movimiento en todos los pacientes sometidos a esta prueba, precisamente por el carácter internacional de este protocolo y la necesidad de generar datos comparables con la literatura científica mundial.

El Protocolo de Davis, comienza con la medición de parámetros antropométricos del sujeto. Una vez que se han tomado las mediciones, se colocan los marcadores reflectantes en puntos especiales de referencia sobre la piel del sujeto (Figura 5) (28).

Figura 4. Posición de los marcadores según el protocolo de Davis



Tomado de: Ergović V. Models and methods for locomotion analysis of lower limbs.

El sistema de cámaras optoelectrónicas mide las coordenadas de los marcadores colocados en el cuerpo del sujeto y el software del sistema utiliza estas coordenadas para calcular los ángulos de flexión-extensión, abducción-aducción y rotación interna-externa de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo; las fuerzas de reacción del suelo son medidas usando las placas de fuerza, y los datos cinemáticos son los utilizados para calcular el momento y la potencia en las diferentes articulaciones (25,27,29)

Se requiere que el paciente mantenga su posición vertical usual alrededor de 5 segundos para permitir la medición de los parámetros orto-estáticos. Después de esto,

se le pide al paciente que camine a su velocidad normal, a partir de un punto predefinido, buscando que coloque solamente un pie en cada una de las placas de las fuerzas. Una vez se ha repetido varias veces este procedimiento (por lo general 6 repeticiones) se puede establecer la medición es reproducible o Test de consistencia, entonces se culmina con la toma del estudio (25,27,29).

Tratamientos

Los tratamientos ortopédicos en los niños con PC se orientan principalmente a mantener o mejorar el nivel funcional presente y secundariamente para mejorar el aspecto de la marcha. Esto se logra mediante la prevención o corrección de las contracturas articulares y las deformidades esqueléticas a través de estrategias complementarias y planes de rehabilitación que se utilizan de forma secuencial o combinadas e incluyen: órtesis, manipulaciones articulares, yesos seriados, reducción del tono muscular con métodos farmacológicos o neuroquirúrgicos, terapia física y cirugía ortopédica, que incluye alargamientos o transferencias tendinosas y osteotomías correctivas (14,15). Existe evidencia nivel II que los pacientes con parálisis cerebral espástica sometidos a tratamiento quirúrgico mejoran respecto a los que reciben tratamiento conservador con fisioterapia y órtesis (30). Las cirugías realizadas aisladamente y en forma escalonada tienden a debilitar aún más a estos niños, son correcciones secuenciales en varias cirugías que invariablemente requieren varias hospitalizaciones durante la infancia, aumentando los costos y retrasando el proceso de escolarización e integración social del paciente (31).

Cuando las contracturas articulares y deformidades óseas se producen en múltiples niveles, éstos se tratan mejor con cirugía múltiples simultáneas (30–32). A mediados de los años ochenta se introdujo el concepto de cirugías múltiples en las extremidades inferiores multinivel que se realizan durante un solo procedimiento quirúrgico SEMLS (Single Event Multilevel Surgery) (34,35). Se realizan correcciones de alteraciones tanto en los tejidos blandos como deformidades óseas, con la ventaja que se requiere un único período de hospitalización y un único plan de rehabilitación para la totalidad de las intervenciones realizadas. En trabajos anteriores de los resultados de las cirugías

múltiples se encontró que se presentaban un incremento en el tiempo quirúrgico y un aumento del sangrado intraoperatorio, pero con una mejoría en la marcha y los arcos de movimiento de las articulaciones, valorado con análisis computarizado de la marcha, y una menor incidencia en la recurrencia de las deformidades ortopédicas al compararlas con procedimientos quirúrgicos puntuales (6). Este mismo autor también destaca la importancia de la evaluación clínica, cinética y cinemática en conjunto para la correcta evaluación de la marcha y la adecuada selección del paciente quirúrgico.

Objetivos

Objetivo principal

Determinar si las cirugías múltiples multinivel en un solo tiempo quirúrgico de miembros inferiores, mantienen el patrón de marcha y el nivel funcional en niños con PC, realizadas en el IOIR desde el año 2010

Objetivos secundarios

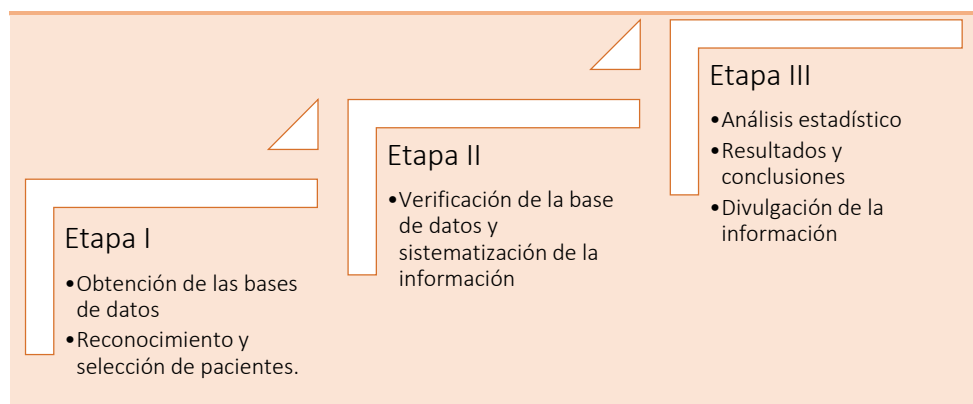
- Caracterizar el perfil clínico y demográfico de los niños con PC de la muestra
- Describir las características relevantes de la cinemática de la marcha en cada grupo de estudio al ingreso y al final del periodo detallado
- Determinar la asociación entre el cambio del patrón de marcha al final del seguimiento con las variables clínicas preoperatorias y las intervenciones realizadas

Metodología

Tipo de estudio y diseño general

Estudio analítico de cohortes histórica. Se analiza de manera longitudinal la información contenida una fuente secundaria, de la base datos del Laboratorio para el Análisis del Movimiento del IOIR. El estudio se desarrolla en tres etapas (Figura 5):

Figura 5. Etapas de desarrollo del estudio



Fuente: Autor

En la etapa I se obtiene la base de datos del LAM del periodo comprendido entre febrero de 2010 hasta julio de 2014, para verificar el cumplimiento de los criterios de selección. En la Fase II se verifica la información con la historia clínica y la estadística de los procedimientos quirúrgicos realizados en el instituto. Un investigador se encargó de la recolección y estructuración de la información en una hoja de cálculo. Posteriormente, en la fase III se realiza el análisis estadístico de la información.

Población y tamaño de la muestra

Pacientes con diagnóstico de Parálisis Cerebral tratados en el IOIR durante el periodo comprendido entre Febrero de 2010 y Julio de 2014. Se realizó un muestreo por conveniencia incluyendo a todos los pacientes valorados en el IOIR que cumplieran con los criterios de selección.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Diagnóstico de parálisis cerebral espástica (PCE)
- Nivel funcional motor GMFCS I, II y III
- Pacientes con valoración mediante análisis computarizado de la marcha al ingreso y con seguimiento con otro análisis computarizado de la marcha durante el periodo de estudio. Mínimo 2 LAM
- Edad comprendida entre los 4 a 18 años

Criterios de exclusión

- Pacientes sin historia clínica en el IOIR
- Pacientes con deformidades ortopédicas congénitas asociadas
- Pacientes con enfermedades sindromáticas asociadas
- Intervenciones quirúrgicas previas al periodo estudio

Variables

Se seleccionaron como variables de desenlace (variables dependientes) las siguientes:

- Cinemática de la marcha: GDI promedio, GPS promedio
- Parámetros temporo-espaciales: Velocidad de la marcha
- Parámetros funcionales: Índice de consumo de energía, PODCI dominios Físico y Deportes, y Transferencias y Movilidad básica

Para establecer que pacientes mantienen o mejoran su patrón de marcha se seleccionó al GPS promedio, pues es aquella variable que resume adecuadamente las características de la cinemática de la marcha. Se calculó y se analizó la distribución de la diferencia del GPS promedio entre el LAM inicial y el LAM final de todos los pacientes del estudio y se estableció un punto de corte para determinar a partir de qué valor los pacientes deterioran esta diferencia utilizando una prueba t-Student para una muestra, asignando valores hasta encontrar una significancia estadística ($p < 0,050$).

Como variables dependientes se analizaron múltiples variables demográficas, clínicas y sobre los tratamientos recibidos por el paciente, como se muestra en la tabla operacional de variables (anexo 1).

Hipótesis

Hipótesis operacional

H₀: Las cirugías múltiples multinivel de miembros inferiores, no modifican el patrón de marcha ni el nivel funcional, en los pacientes con PCE operados en el IOIR.

H_a: Las cirugías múltiples multinivel de miembros inferiores, mantienen el patrón de marcha y el nivel funcional, en los pacientes con PCE operados en el IOIR.

Instrumentos y recolección de la información

La información se recolectó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® a partir de la revisión de los registros del laboratorio de marcha y la historia clínica personal de cada paciente que cumplió con los criterios de inclusión. La información electrónica y el instrumento para la recolección de datos, fueron archivados de forma segura por el equipo investigador, en formato electrónico.

Administración del proyecto

El anexo 2 contienen los aspectos relacionados con el presupuesto de investigación y el cronograma de investigación.

Plan de Análisis de la información

Los resultados se analizaron en el programa *IBM SPSS Statistics® ver. 21*. Se presentan como informe escrito, gráficos o tablas según conveniencia. Para garantizar la calidad del dato, se controlaron los posibles sesgos y errores en este tipo de estudios (Tabla 1).

Tabla 1. Control de sesgos y errores

		Descripción	Forma de control
Sesgos	Selección	Selección de pacientes con diagnóstico o procedimiento diferente	Los pacientes seleccionados son valorados e intervenidos en una misma institución clínica bajo un programa estandarizado de atención y de seguridad clínica.
	Información	Información incompleta	Se eliminarán de la muestra aquellos sujetos cuya información no sea completa o inconsistente de acuerdo a los criterios de selección
	Evolución natural	El curso habitual de una enfermedad tiende hacia su resolución, los esfuerzos terapéuticos pueden coincidir con la mejoría observada, pero no ser su causa.	Se estudia una patología que evoluciona hacia el deterioro
Errores	Observador	Deficiencias al momento de diligenciar la base de datos con la información correspondiente	Capacitación de los investigadores que realizaron la recolección de datos y estandarización en el manejo de la base de datos de recolección de la información

Fuente: (Autor)

De acuerdo a los objetivos del estudio y al tipo de variable los datos se analizaron tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis estadístico

Objetivo	Procedimiento
Caracterizar el perfil clínico y demográfico de los niños con PC de la muestra	<p><i>Variables Cuantitativas:</i> medias y desviaciones estándar. Se realizaron comparaciones entre los dos grupos utilizando prueba paramétrica t-Student o prueba no paramétrica U de MannWhitney si la variable cumplió criterios de normalidad o no.</p> <p><i>Variables Cualitativas:</i> frecuencias y proporciones. Se realizaron comparaciones utilizando prueba χ^2 si los valores esperados son mayores que 5, de lo contrario se utilizaran pruebas no paramétricas.</p>

Tabla 2. Análisis estadístico

Objetivo	Procedimiento
Describir las características relevantes de la cinemática de la marcha en cada grupo de estudio al ingreso y al final del periodo detallado	Se describen los resultados de las gráficas MAP para cada cohorte de pacientes según el momento en que se realizó el LAM.
Determinar la asociación entre el cambio del patrón de marcha al final del seguimiento con las variables clínicas preoperatorias y las intervenciones realizadas	Se realizaron comparaciones para las variables de desenlace dentro de cada grupo con pruebas paramétricas t-Student para muestras repetidas o pruebas no paramétricas de Wilcoxon, si la variable cumplió criterios de normalidad o no. Se realizó un análisis univariado, utilizando aquellas variables prevalentes y mínimamente relacionadas ($p < 0,25$). Finalmente, se realizara un modelo de regresión logística bivariado con las variables pre-seleccionadas. Se reportan OR e IC95%, y predicciones de éxito.

OR: Odds Ratio; IC95%: Intervalo de confianza al 95%

Consideraciones éticas

Se garantizaron los aspectos éticos de la investigación siguiendo los principios básicos de autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. Se siguieron las normas científicas y técnicas dictadas en la resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud donde se identifica al estudio como una investigación ***Sin Riesgo***.

La información se obtuvo de una fuente de datos secundaria y la identidad de los sujetos de estudio no se tomó en cuenta. No es necesario obtener consentimiento informado (parágrafo primero del artículo 16; capítulo 1; título III; de la resolución 008430).

El Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt aportó los pacientes e información para la estructuración de la base de datos, a partir de una fuente secundaria del Laboratorio para el Análisis del Movimiento. El IOIR aportó las instalaciones y recursos técnicos requeridos durante el estudio, también asumió los costos referentes al análisis de los datos, la publicación y divulgación de la información.

Los resultados del estudio se publicaran como evidencia científica respetando la integridad del paciente manteniendo la información anónima. Los datos se almacenaron de manera segura y cumpliendo los principios que se estipulan en la declaración de Helsinki respecto al acceso a la información de los pacientes, confidencialidad, información anónima, integridad de la información, documentación, administración y políticas.

Beneficio para el sujeto estudio: La información será utilizada para adoptar medidas de gestión médica, mejorando los procesos de atención y favoreciendo de manera indirecta al sujeto estudio y la comunidad.

Riesgos para el sujeto estudio: No existe riesgo para el sujeto estudio.

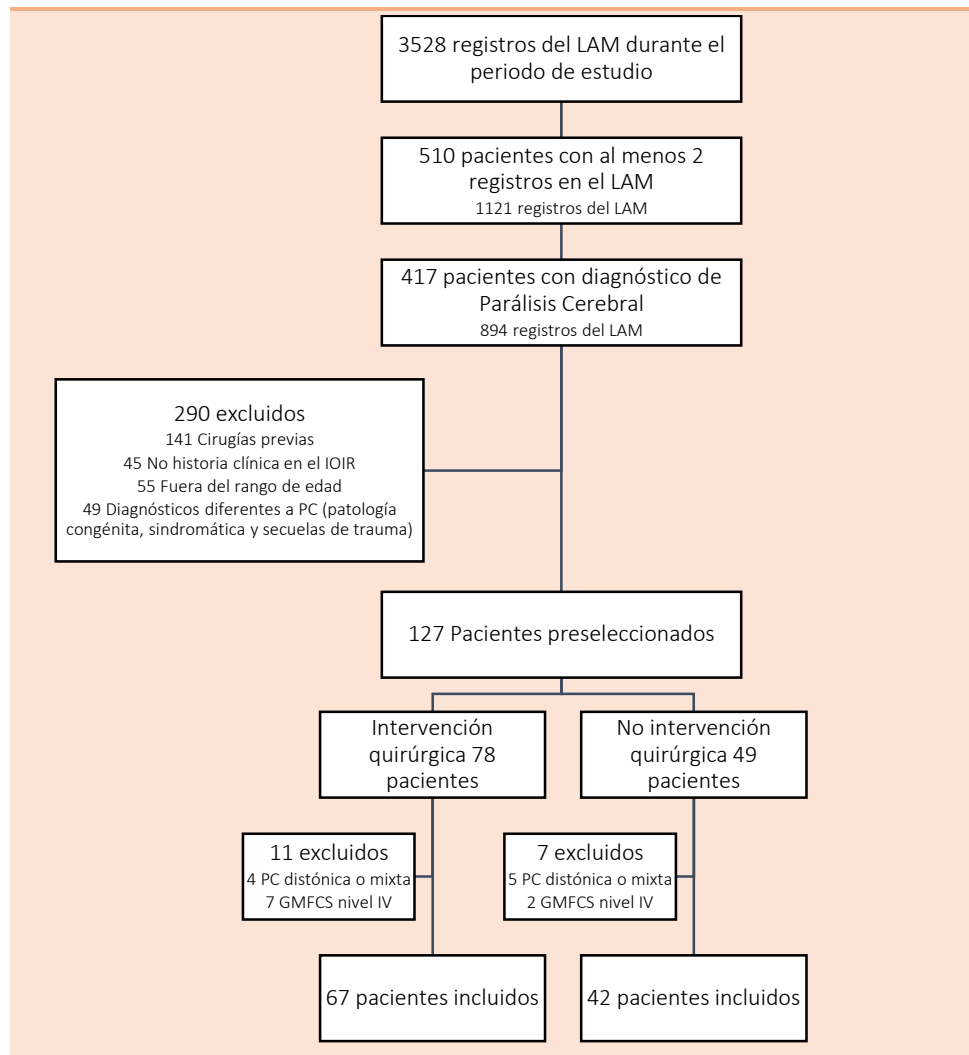
Beneficio para los investigadores: Serán incluidos como autores en el documento final.

Los investigadores mantienen una relación contractual con el IOIR. No existe conflicto de interés para los investigadores con relación a los resultados del estudio. Se hará reconocimiento del IOIR en el producto final.

Resultados

Se realizó una búsqueda, de una fuente de datos externa, del Laboratorio para el Análisis del Movimiento (LAM). Se verificaron sus registros con la historia clínica institucional, y se obtuvo una muestra de 109 pacientes que cumplieron con los criterios de selección (figura 6).

Figura 6. Selección de la muestra de estudio



Fuente: (Autor)

En la primer grupo, conformado por los pacientes a quienes se les realizaron cirugías ortopédicas múltiples en los miembros inferiores, se encontraban el 61% de los

pacientes (n=67), con una edad en promedio de 8 años y el 57% eran de sexo masculino. El tiempo promedio que transcurrió desde el primer análisis de marcha y el segundo fue de $25 \pm 8,5$ meses y el tiempo promedio que transcurrió desde la intervención hasta el segundo LAM fue de $18 \pm 7,9$ meses.

Al segundo grupo, conformado por los pacientes a quienes no se les realizaron cirugías, ingresaron el 33% de los pacientes (n=42), con un promedio de edad de 7 años y una proporción de pacientes del sexo masculino del 50%. El tiempo promedio que transcurrió entre los dos LAM fue de $21 \pm 9,0$ meses.

La tabla 3 presenta la información clínica y demográfica de los pacientes al ingreso al estudio y la tabla 4 muestra los tratamientos recibidos por cada grupo.

Tabla 3. Características clínicas y demográficas de la muestra de pacientes ingresados al estudio

Variable	Operados (n=67)	No operados (n=42)	p
Demográficos			
Sexo Masculino	38 (56,7)	21 (50,0)	0,493†
Edad ingreso (años)*	8,99 \pm 3,05	7,29 \pm 3,52	0,001‡
Tiempo entre los dos LAM (meses)*	25,00 \pm 8,56	21,38 \pm 9,04	0,062‡
Peso (kg)*	26,06 \pm 10,37	23,03 \pm 11,98	0,018‡
Aseguramiento			
Régimen subsidiado	12 (17,9)	10 (23,8)	0,455†
Régimen contributivo	55 (82,1)	32 (76,2)	
Paciente Escolarizado	60 (89,6)	39 (92,9)	0,738§
Procedencia Urbana	63 (94,0)	41 (97,6)	0,647§
Diagnósticos			
Clasificación topográfica			
Hemiparesia	31 (46,3)	23 (54,8)	0,388†
Diparesia	36 (53,7)	19 (45,2)	
Clasificación GMFCS			
Nivel I	31 (46,3)	22 (52,4)	0,534†
Nivel II	19 (28,3)	11 (26,2)	0,805†
Nivel III	17 (25,4)	9 (21,4)	0,638†
Antecedentes			
Peso al nacer (g)*	2501,78 \pm 892,08	2569,66 \pm 949,71	0,556‡
Terminación del embarazo			
Pre-termino	40 (59,7)	18 (42,9)	0,086†
A termino	24 (35,8)	21 (50,0)	0,143†

Tabla 3. Características clínicas y demográficas de la muestra de pacientes ingresados al estudio

Variable	Operados (n=67)	No operados (n=42)	p
Post-termino	3 (4,5)	2 (4,8)	1,000§
Duración del embarazo (semanas)*	34,00 ± 5,64	35,41 ± 5,03	0,270‡
Edad de inicio de marcha (meses)*	29,38 ± 16,26	24,44 ± 15,18	0,163‡
Epilepsia	10 (14,9)	8 (19,0)	0,573†
Déficit cognitivo	17 (25,4)	14 (33,3)	0,370†
Déficit visual	27 (40,3)	14 (33,3)	0,465†
Déficit auditivo	2 (3,0)	3 (7,1)	0,371§
Diferencia de longitud de los miembros inferiores*	7,53 ± 6,88	6,43 ± 4,46	0,805‡

Se presentan resultados en frecuencias absolutas y proporciones del grupo en paréntesis; g: gramos; kg: kilogramos; * promedio ± desviación estándar; † ji cuadrado; ‡ t-Student, § prueba exacta de Fisher

Se realizaron comparaciones entre las características clínicas y demográficas las dos cohortes (tabla 3), para la edad al ingreso del estudio ($p=0,001$; U de Mann-Whitney) y el peso del paciente al ingreso del estudio ($p=0,018$; U de Mann-Whitney), se encontraron diferencias con significancia estadística. Para las demás características demográficas y clínicas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4. Tratamientos recibidos por los pacientes durante el periodo de estudio

Variable	Operados (n=67)	No operados (n=42)
Total de cirugías	67	NA
Edad al momento de la cirugía (años)*	9,5 ± 3,1	NA -
Meses desde la cirugía hasta el LAM de seguimiento	18,6 ± 7,9	NA -
Cirugía realizada		
Tejidos blandos	10 (14,9)	NA -
Tejidos óseos	8 (11,9)	NA -
Tejidos blandos y óseos	49 (73,2)	NA -
Lateralidad de la cirugía		
Unilateral	21 (31,3)	NA -
Bilateral	46 (68,7)	NA -
Número de cirujanos		
Uno	37 (55,2)	NA -
Dos	30 (44,8)	NA -

Tabla 4. Tratamientos recibidos por los pacientes durante el periodo de estudio

Variable	Operados (n=67)	No operados (n=42)
Uso de toxina botulínica		
No	42 (62,7)	13 (31,0)
En la cirugía	20 (29,9)	NA -
Últimos 6 meses antes de segundo LAM2	5 (7,5)	29 (69,0)
Uso de órtesis		
Ninguna	30 (44,8)	26 (61,9)
Órtesis unilateral	9 (13,4)	8 (19,0)
Órtesis bilateral	13 (19,4)	4 (9,5)
Uso de ayudas externas		
Ninguna	9 (13,4)	8 (19,0)
Sujetado por un acompañante	11 (16,4)	7 (16,7)
Bastón	1 (1,5)	1 (2,4)
Caminador	4 (6,0)	2 (4,8)
Terapia física	67 (100,0)	42 (100,0)

Se presentan resultados en frecuencias absolutas y proporciones del grupo en paréntesis; NA: No aplica; LAM: Laboratorio para el análisis del movimiento; * promedio \pm desviación estándar

Se valoró el número de meses entre el LAM inicial y el día en el que se realiza el procedimiento quirúrgico a los pacientes operados, según el aseguramiento al que pertenece el paciente (tabla 5). En promedio los pacientes se operaron $6,3 \pm 4,7$ meses luego del LAM inicial. No existe diferencia entre el tiempo transcurrido entre el LAM inicial hasta el día que se opera el paciente según el régimen de afiliación al SGSSS al que se encuentra afiliado el paciente.

Tabla 5. Tiempo transcurrido desde el LAM inicial y la cirugía

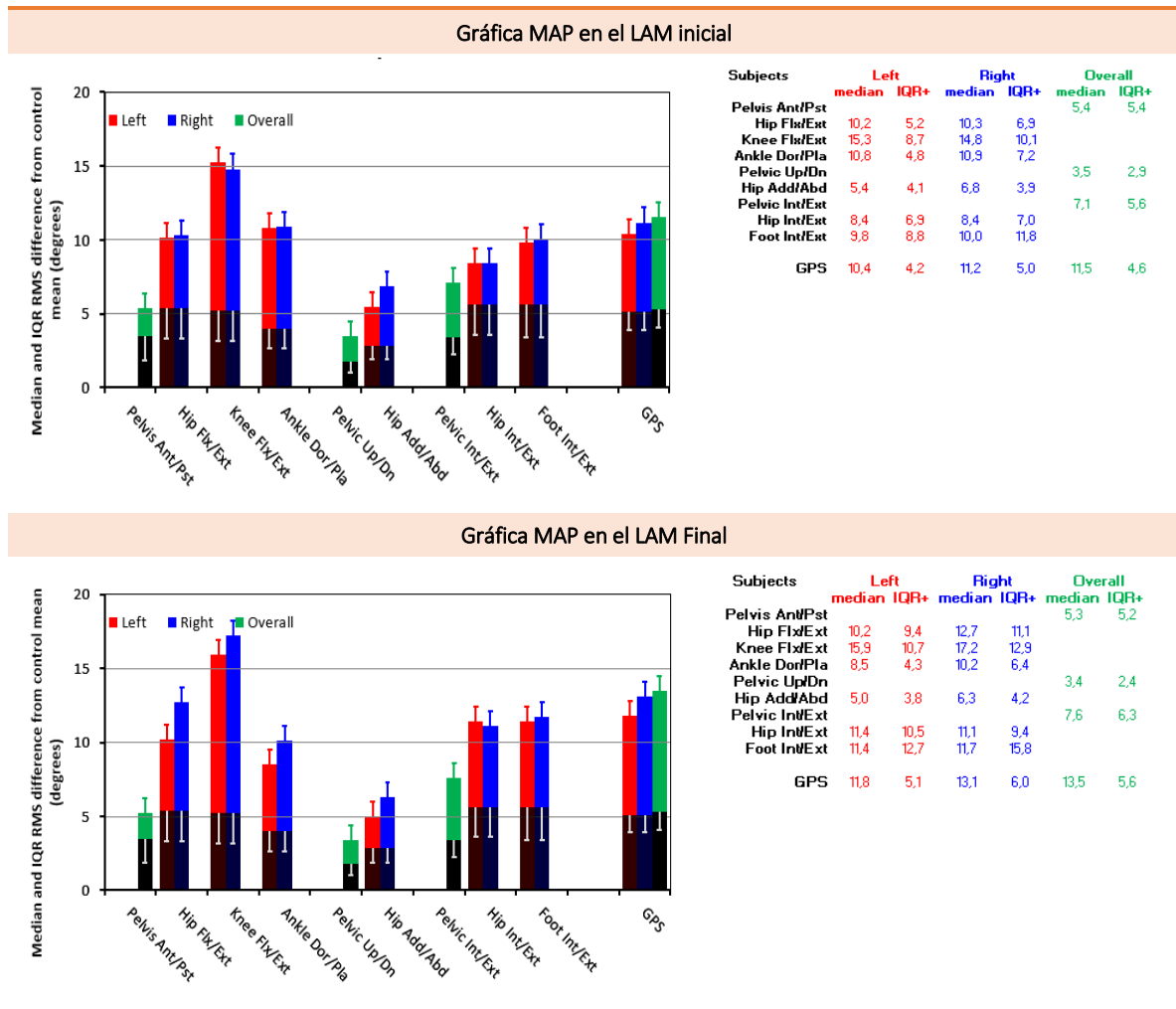
	Régimen contributivo	Régimen subsidiado	p*
Total de cirugías	55	12	
Meses hasta la cirugía	6,55 \pm 3,09	5,25 \pm 4,75	0,124

Se presentan resultados en promedio \pm desviación estándar; * Prueba t-Student

Las figuras 7 y 8 muestran las gráficas del perfil de análisis del movimiento (Movement Analysis Profile, MAP) con los hallazgos de la cinemática de la marcha para cada cohorte de pacientes en el LAM inicial y el LAM final respectivamente. Para el grupo de pacientes no operados, el MAP muestra que se presentaron cambios hacia el deterioro en cada

una de las nueve variables cinemáticas al comparar visualmente la gráfica al ingreso al estudio con la gráfica final (figura 7).

Figura 7. Comparación de las gráficas MAP de cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes no operados



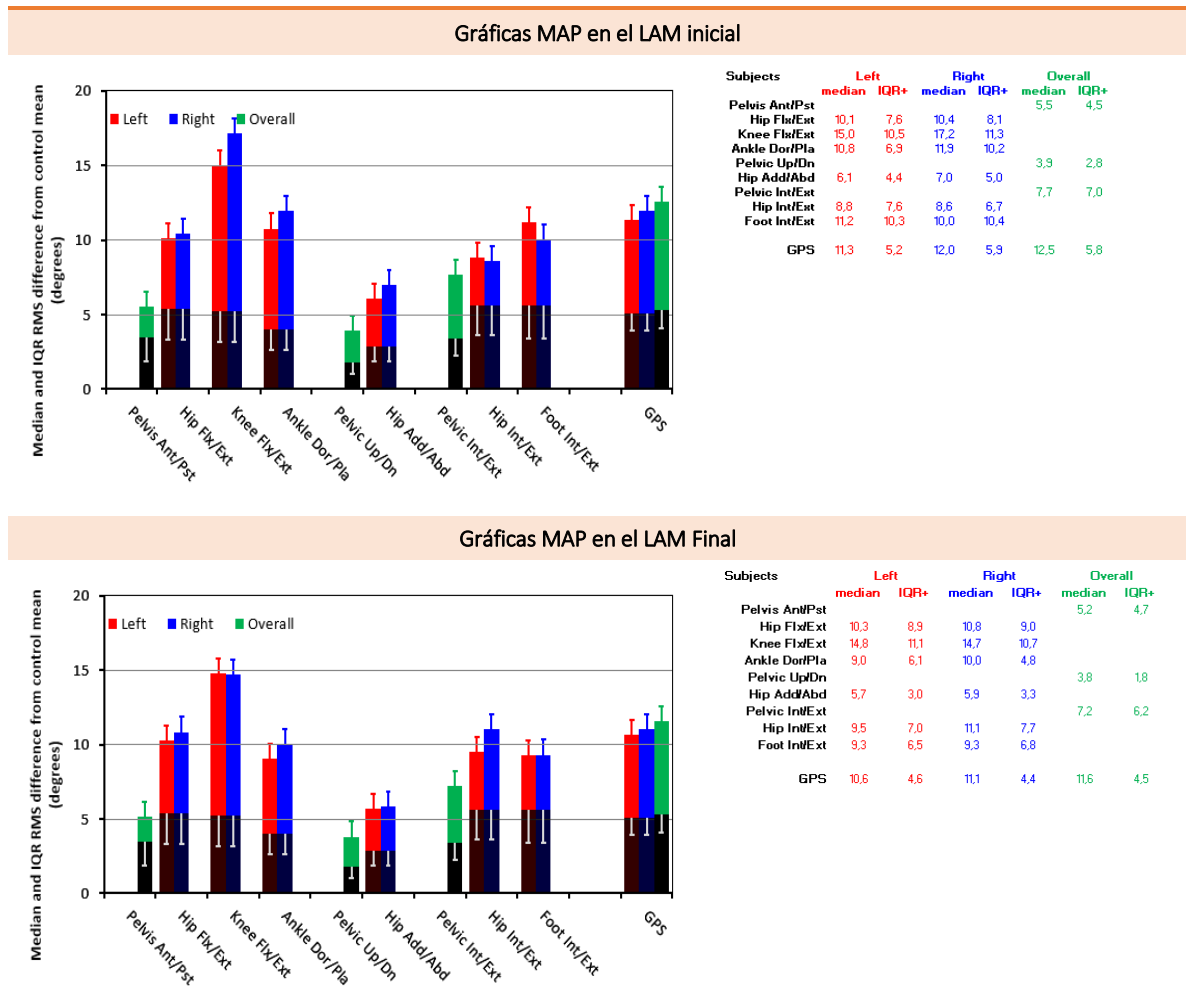
Representación gráfica de la cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes no operados. Cada variable representa el movimiento de una articulación en un plano. Las cajas representan el IQR para cada una de las medidas de cinemática, a su vez se reportan mediana y IQR para cada variable.

Rojo: Miembro inferior izquierdo; Azul: Miembro inferior derecho; Verde: Promedio entre los dos miembros; IQR: rango intercuartil; Pelvis Ant/Pst: Pelvis antero-posterior; Hip: Cadera flexión-extensión; Knee Flx/Ext: Rodilla flexión-extensión; Ankle Dor/Pla: Tobillo dorsiflexión-plantiflexión; Pelvic Up/Dn: Oblicuidad pélvica; Hip Add/Abd: Cadera aducción-abducción; Pelvic Int/Ext: Pelvis rotación interna-externa; Hip Int/Ext: Cadera rotación interna-externa; Foot Int/Ext: Pie rotación interna-externa; GPS: Gait Profile Score.

Adicionalmente, en el grupo de pacientes no operados, al ajustar estos valores de la cinemática en los valores del GPS derecho, GPS izquierdo y GPS promedio, se encuentra que estos valores aumentan al final del seguimiento respecto del ingreso al estudio.

En el grupo de pacientes operados, en las gráficas MAP (figura 8) se observan varios cambios luego de la intervención ya que algunos parámetros muestran mejoría pero otros presentan deterioro.

Figura 8. Comparación de las gráficas MAP de cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes operados



Representación gráfica de la cinemática de la marcha en la cohorte de pacientes operados. Cada variable representa el movimiento de una articulación en un plano. Las cajas representan el IQR para cada una de las medidas de cinemática, a su vez se reportan mediana y IQR para cada variable.

Rojo: Miembro inferior izquierdo; Azul: Miembro inferior derecho; Verde: Promedio entre los dos miembros; IQR: rango intercuartil; Pelvis Ant/Pst: Pelvis antero-posterior; Hip: Cadera flexión-extensión; Knee Flx/Ext: Rodilla flexión-extensión; Ankle Dor/Pla: Tobillo dorsiflexión-plantiflexión; Pelvic Up/Dn: Oblicuidad pélvica; Hip Add/Abd: Cadera aducción-abducción; Pelvic Int/Ext: Pelvis rotación interna-externa; Hip Int/Ext: Cadera rotación interna-externa; Foot Int/Ext: Pie rotación interna-externa; GPS: Gait Profile Score.

Los hallazgos más importantes se encuentran para la pelvis en el movimiento antero-posterior y de rotación interna-externa, para la rodilla en flexo-extensión y para el tobillo en el movimiento de dorsiflexión-plantiflexión con los cuales se valora mejoría

de la cinemática de estas articulaciones. Para la articulación de la cadera el cambio en la cinemática no es tan evidente. A pesar de que no se mejoró la cinemática de todas las articulaciones luego de la intervención, el GPS en sus tres parámetros mostro mejoría respecto al preoperatorio.

Se analizaron los cambios en las variables de desenlace, entre el LAM inicial y el LAM final, para cada cohorte de pacientes (tabla 6), mediante una prueba t-Student para muestras relacionadas. En el grupo de pacientes operados se encontraron diferencias significativas en el GDI promedio (diferencia 4,08; p=0,002) y el GPS promedio (diferencia -1,94; p=0,002) indicando una mejoría en la cinemática de la marcha; mientras que el grupo de pacientes no operados mostró disminución en PODCI en el dominio de físico y deportes (diferencia -4,37; p=0,015), GDI promedio (diferencia -4,49; p=0,001) y el GPS promedio (diferencia 1,74; p=0,001) indicando un deterioro significativo en estos desenlaces.

Tabla 6. Diferencias en las variables de desenlace entre los LAM, para cada cohorte de estudio

	Operados				No operados			
	LAM1	LAM2	DIF	p*	LAM1	LAM2	DIF	p*
Velocidad de la marcha	0,78 ± 0,28	0,78 ± 0,25	0,00	0,458	0,73 ± 0,24	0,82 ± 0,20	0,09	0,009
Índice de consumo de energía	0,96 ± 0,61	0,94 ± 0,70	-0,03	0,861	0,83 ± 0,44	0,92 ± 0,69	0,09	0,412
PODCI (físico y deportes)	71,96 ± 17,36	69,55 ± 16,87	-2,41	0,207	76,31 ± 15,92	71,94 ± 17,24	-4,37	0,015
PODCI (transferencias y movilidad básica)	76,63 ± 16,14	81,77 ± 13,60	5,14	0,015	80,17 ± 12,37	80,95 ± 12,31	0,78	0,600
GDI promedio	72,12 ± 12,15	76,20 ± 9,84	4,08	0,002	75,65 ± 10,60	71,16 ± 10,41	-4,49	0,001
GPS promedio	13,41 ± 5,71	11,47 ± 3,43	-1,94	0,002	11,77 ± 3,61	13,51 ± 4,52	1,74	0,001

Se presentan resultados en promedio ± desviación estándar; LAM1: Laboratorio para el análisis del movimiento inicial; LAM2: Laboratorio para el análisis del movimiento de seguimiento; DIF: diferencia calculada según valor obtenido LAM2 – LAM1; PODCI: Pediatric Outcomes Data Collection Instrument; GDI: Gait Deviation Index; GPS: Gait Profile Score

* Prueba paramétrica t-Student para muestras relacionadas

Posteriormente se realizó el mismo análisis según el nivel funcional motor de cada paciente (GMFCS, tabla 7). Para el grupo de pacientes operados, en el nivel funcional motor I, se presentó una reducción significativa del GPS promedio (diferencia -0,06;

p=0,050), y en el nivel funcional motor III un aumento significativo del GDI promedio (diferencia 7,61; p=0,035) con una reducción significativa del GPS promedio (diferencia -3,36; p=0,026). Esto indica mejoría en la cinemática de la marcha de los pacientes con GMFCS I y III. Por el contrario para el nivel funcional motor II no se encontró mejoría ni deterioro en ninguna de las variables de desenlace.

En el grupo de pacientes no operados, se halló en el nivel funcional motor I un descenso del GDI promedio (diferencia -4,97; p=0,011) y aumento del GPS promedio (diferencia 2,64; p=0,025), de igual manera en el nivel funcional motor III se encontró un descenso del GDI promedio (diferencia -6,30; p=0,025) y aumento del GPS promedio (diferencia 5,55; p=0,017), diferencias con significancia estadística, evidenciando deterioro de la cinemática de la marcha de estos dos subgrupos. En el nivel funcional motor II no se encontraron diferencias significativas en ninguna de estas variables de desenlace.

La velocidad de la marcha mostró un aumento significativo únicamente en el nivel funcional motor II de la cohorte de pacientes no operados; y el PODCI para el dominio de físico y deportes mostró una disminución significativa en el nivel funcional motor I. El índice de consumo de energía y el PODCI en el dominio de transferencias y movilidad básicas, no mostraron cambios significativos en ninguno de los subgrupos.

Tabla 7. Diferencias en las variables de desenlace entre los LAM, para cada cohorte de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS

	Operados				No operados			
	LAM1	LAM2	DIF	p*	LAM1	LAM2	DIF	p*
GMFCS I								
Velocidad de la marcha	0,94 ± 0,22	0,94 ± 0,14	0,00	0,820	0,88 ± 0,19	0,93 ± 0,13	0,05	0,331
Índice de consumo de energía	0,59 ± 0,24	0,66 ± 0,27	0,06	0,453	0,63 ± 0,35	0,61 ± 0,29	-0,02	0,852
PODCI (físico y deportes)	83,36 ± 13,34	78,54 ± 11,43	-4,82	0,037	84,57 ± 11,54	80,14 ± 12,76	-4,42	0,204
PODCI (transferencias y movilidad básica)	85,66 ± 11,95	88,65 ± 8,36	2,99	0,190	84,13 ± 10,34	84,99 ± 8,76	0,86	0,661
GDI promedio	78,97 ± 8,69	81,88 ± 7,75	2,91	0,086	81,21 ± 9,46	76,43 ± 8,74	-4,79	0,011
GPS promedio	9,50 ± 2,36	9,44 ± 2,30	-0,06	0,049	8,63 ± 2,18	11,27 ± 2,75	2,64	0,025

Tabla 7. Diferencias en las variables de desenlace entre los LAM, para cada cohorte de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS

	Operados				No operados			
	LAM1	LAM2	DIF	p*	LAM1	LAM2	DIF	p*
GMFCS II								
Velocidad de la marcha	0,73 ± 0,23	0,76 ± 0,25	0,03	0,510	0,54 ± 0,10	0,73 ± 0,14	0,19	0,012
Índice de consumo de energía	0,93 ± 0,41	0,78 ± 0,32	-0,14	0,331	1,04 ± 0,35	1,06 ± 0,41	0,02	1,000
PODCI (físico y deportes)	66,56 ± 13,15	70,17 ± 17,75	3,62	0,463	71,40 ± 11,39	68,31 ± 15,66	-3,09	0,533
PODCI (transferencias y movilidad básica)	74,00 ± 12,48	81,06 ± 13,79	7,06	0,133	78,58 ± 10,45	82,23 ± 12,76	3,65	0,266
GDI promedio	72,05 ± 7,24	74,37 ± 7,57	2,32	0,140	71,30 ± 4,65	68,37 ± 4,74	-2,93	0,173
GPS promedio	11,73 ± 3,28	12,07 ± 2,61	0,34	0,281	11,99 ± 2,18	13,99 ± 2,12	2,00	0,213
GMFCS III								
Velocidad de la marcha	0,47 ± 0,11	0,46 ± 0,12	-0,01	1,000	0,48 ± 0,11	0,57 ± 0,20	0,09	0,173
Índice de consumo de energía	1,77 ± 0,60	1,74 ± 1,02	-0,03	0,861	1,22 ± 0,49	1,80 ± 1,10	0,58	0,173
PODCI (físico y deportes)	54,13 ± 10,44	51,63 ± 14,76	-2,49	0,407	53,24 ± 13,89	44,21 ± 13,18	-9,03	0,012
PODCI (transferencias y movilidad básica)	61,59 ± 14,14	63,32 ± 15,67	1,74	0,449	62,21 ± 16,14	58,42 ± 20,95	-3,79	0,401
GDI promedio	57,82 ± 10,19	65,43 ± 6,02	7,61	0,035	62,43 ± 7,85	56,14 ± 7,83	-6,30	0,025
GPS promedio	18,71 ± 5,80	15,35 ± 2,98	-3,36	0,026	15,74 ± 4,29	21,29 ± 5,74	5,55	0,017

Se presentan resultados en promedio ± desviación estándar; LAM1: Laboratorio para el análisis del movimiento inicial; LAM2: Laboratorio para el análisis del movimiento de seguimiento; DIF: diferencia calculada según valor obtenido LAM2 – LAM1; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; PODCI: Pediatric Outcomes Data Collection Instrument; GDI: Gait Deviation Index; GPS: Gait Profile Score; * Prueba paramétrica t-Student para muestras relacionadas

Posteriormente se analizaron las diferencias, en cada una de las medidas de desenlace, entre el LAM inicial y el LAM final entre las dos cohortes de pacientes mediante una prueba t-Student de muestras independientes. La tabla 8 muestra los cambios en las variables de desenlace entre las dos cohortes de pacientes. Para las medidas de desenlace GDI promedio (diferencia $8,56 \pm 1,98$; $p < 0,001$) y GPS promedio (diferencia $-3,82 \pm 0,86$; $p < 0,001$), el cambio entre las dos cohortes fue estadísticamente significativo mostrando que los pacientes operados mejoran la cinemática de la marcha comparados con los pacientes no operados. En cuanto a la velocidad de la marcha el cambio entre las dos cohortes fue significativo mostrando que los pacientes operados disminuían la velocidad de la marcha comparados con los pacientes no operados. Para

las demás variables estudiadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 8. Diferencias en los desenlaces entre las dos cohortes de estudio

	Diferencia entre LAM2 y LAM1		Diferencia de medias	p*
	Operados	No operados		
Velocidad de la marcha	0,00 ± 0,19	0,09 ± 0,17	-0,09 ± 0,04	0,028
Índice de consumo de energía	-0,01 ± 0,71	0,09 ± 0,58	-0,10 ± 0,14	0,474
PODCI (físico y deportes)	-1,83 ± 16,47	-5,06 ± 12,70	3,23 ± 2,98	0,282
PODCI (transferencias y movilidad)	3,83 ± 14,08	0,60 ± 13,12	3,23 ± 2,70	0,234
GDI promedio	3,89 ± 10,33	-4,66 ± 7,69	8,56 ± 1,98	<0,001
GPS promedio	-1,92 ± 4,66	1,91 ± 2,94	-3,82 ± 0,86	<0,001

Se presentan resultados en promedio ± desviación estándar; LAM1: Laboratorio para el análisis del movimiento inicial; LAM2: Laboratorio para el análisis del movimiento final; PODCI: Pediatric Outcomes Data Collection Instrument; GDI: Gait Deviation Index; GPS: Gait Profile Score; * Prueba paramétrica t-Student para muestras independientes

Al realizar este mismo análisis por subgrupos (tabla 9), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las medidas de desenlace: índice de consumo de energía y PODCI, para ninguno de los tres niveles funcionales. Para los niveles I y III, la magnitud del cambio del GDI promedio y del GPS promedio es estadísticamente significativa entre los dos grupos, indicando que los pacientes operados mejoraron la cinemática de la marcha respecto de los pacientes no operados; lo que no sucede con los pacientes con nivel funcional II.

Tabla 9. Diferencias en los desenlaces entre las dos cohortes de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS

	Diferencia entre LAM2 y LAM1		Diferencia de medias	p*
	Operados	No operados		
	GMFCS I			
Velocidad de la marcha	-0,01 ± 0,21	0,05 ± 0,19	-0,05 ± 0,06	0,348
Índice de consumo de energía	0,06 ± 0,39	-0,02 ± 0,40	0,08 ± 0,11	0,478
PODCI (físico y deportes)	-4,82 ± 15,56	-4,42 ± 14,06	-0,40 ± 4,17	0,925
PODCI (transferencias y movilidad)	2,99 ± 11,65	0,86 ± 11,07	2,13 ± 3,18	0,506
GDI promedio	2,91 ± 10,51	-4,79 ± 9,17	7,70 ± 2,90	0,011
GPS promedio	-1,04 ± 3,37	1,35 ± 2,47	-2,38 ± 0,88	0,010

Tabla 9. Diferencias en los desenlaces entre las dos cohortes de estudio, según el nivel funcional motor GMFCS

	Diferencia entre LAM2 y LAM1		Diferencia de medias	p*
	Operados	No operados		
GMFCS II				
Velocidad de la marcha	0,03 ± 0,20	0,19 ± 0,10	-0,17 ± 0,08	0,042
Índice de consumo de energía	-0,14 ± 0,48	0,02 ± 0,43	-0,16 ± 0,20	0,435
PODCI (físico y deportes)	3,62 ± 18,39	-3,09 ± 14,01	6,71 ± 6,42	0,305
PODCI (transferencias y movilidad)	7,06 ± 18,49	3,65 ± 10,07	3,41 ± 6,06	0,579
GDI promedio	2,32 ± 9,66	-2,93 ± 5,64	5,25 ± 3,55	0,154
GPS promedio	-0,61 ± 3,09	1,29 ± 2,51	-1,90 ± 1,22	0,134
GMFCS III				
Velocidad de la marcha	-0,01 ± 0,16	0,09 ± 0,17	-0,11 ± 0,08	0,212
Índice de consumo de energía	-0,02 ± 1,30	0,58 ± 1,00	-0,60 ± 0,60	0,331
PODCI (físico y deportes)	-2,49 ± 15,23	-9,03 ± 6,23	6,54 ± 5,34	0,232
PODCI (transferencias y movilidad)	1,74 ± 12,64	-3,79 ± 19,99	5,53 ± 6,38	0,395
GDI promedio	7,61 ± 10,47	-6,29 ± 5,67	13,90 ± 4,02	0,003
GPS promedio	-5,14 ± 6,74	4,00 ± 3,77	-9,15 ± 2,60	0,002

Se presentan resultados en promedio ± desviación estándar; LAM1: Laboratorio para el análisis del movimiento inicial; LAM2: Laboratorio para el análisis del movimiento final; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; PODCI: Pediatric Outcomes Data Collection Instrument; GDI: Gait Deviation Index; GPS: Gait Profile Score; * Prueba paramétrica t-Student para muestras independientes

En el subgrupo de pacientes con nivel II la velocidad de la marcha se deteriora en los pacientes operados al compararlos con los pacientes no operados, diferencia con significancia estadística.

Se seleccionó al GPS promedio como la variable de desenlace para establecer si el paciente mejora, mantiene o deteriora el patrón de marcha. De los 109 pacientes de la muestra, 95 pacientes tenían evaluación completa de la cinemática de la marcha en los dos LAM. Se calculó y se analizó la distribución de la diferencia del GPS promedio entre el LAM inicial y el LAM final para todos los pacientes del estudio (promedio = -0,43 ± 4,467 DS). Posteriormente se estableció un punto de corte para determinar a partir de qué valor los pacientes deterioran la diferencia del GPS promedio, utilizando una prueba t para una muestra, encontrando que los pacientes cuya diferencia en el GPS

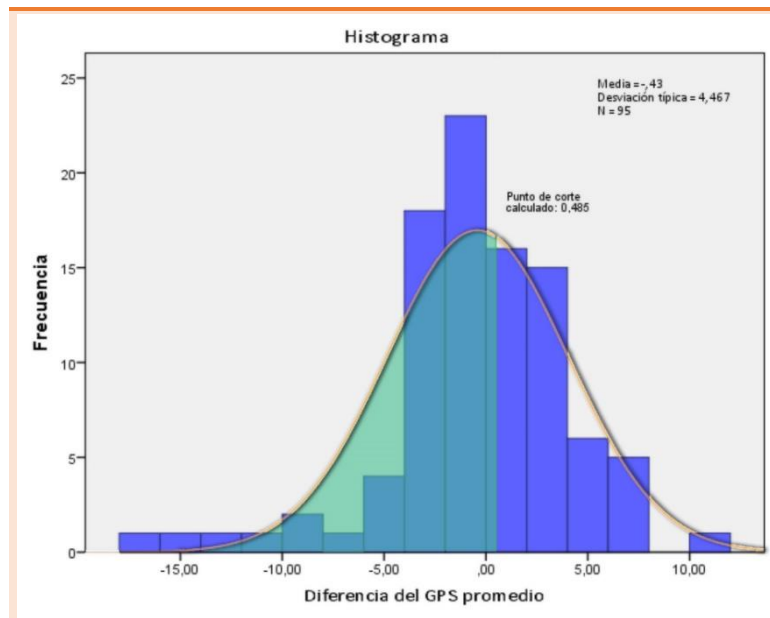
promedio es mayor de 0,485 presentan deterioro significativo de la variable (tabla 10). Se definió entonces que los pacientes mantenían o mejoraban el GPS promedio si presentaban valores menores o iguales a 0,485, la figura 9 muestra la distribución gráfica de la diferencia del GPS promedio en histograma.

Tabla 10. Punto de corte del GPS promedio para clasificación del desenlace

	Valor asignado	t	gl	p†	IC95%	
					Inferior	Superior
Diferencia de GPS promedio	0,500	-2,026	94	0,046	-1,8383	-,0183
	0,490	-2,004	94	0,048	-1,8283	-,0083
	0,485	-1,993	94	0,049	-1,8233	-,0033
	0,480	-1,982	94	0,050	-1,8183	,0017
	0,470	-1,960	94	0,053	-1,8083	,0117

Se presentan valores asignados arbitrariamente para definir el punto de corte para clasificación del desenlace de los pacientes de la muestra; * Prueba t-Student de una cola para una muestra

Figura 9. Representación gráfica del punto de corte en el cual los pacientes mantenían o mejoraban la diferencia del GPS promedio



Por debajo del punto de cohorte (0.485) los pacientes con PC mantenían o mejoraban el valor de diferencia del GPS promedio (sombra verde). La línea naranja representa la línea de distribución normal.

Se categorizaron los pacientes según el punto de corte calculado y se realizó un análisis univariado para determinar que variables podrían ser potenciales factores predictores para que el paciente mejore o mantenga el resultado la diferencia del GPS promedio (tabla 11).

Tabla 11. Análisis univariado de la diferencia del GPS promedio

Variable	Mejora o mantiene GPS (n=55)	Deteriora GPS (n=40)	OR	Valor p
Sexo Masculino	28 (50,9)	21 (52,5)	NS	0,878
Régimen subsidiado	10 (18,2)	7 (17,5)	NS	0,932
Paciente Escolarizado	52 (94,5)	38 (95,0)	NS	0,922
Procedencia Urbana	52 (94,5)	40 (100)	NA	0,261
Diparesia	26 (47,3)	18 (45,0)	NS	0,826
GMFCS Nivel I	28 (50,9)	21 (52,5)	NS	0,878
GMFCS Nivel II	15 (27,3)	9 (22,5)	NS	0,597
GMFCS Nivel III	12 (21,8)	10 (25,0)	NS	0,717
Peso al nacer (g)*	2555,9 ± 930	2495,6 ± 916	NS	0,773
Embarazo Pre-termino	29 (52,7)	21 (52,5)	NS	0,983
Embarazo A termino	23 (41,8)	18 (45,0)	NS	0,947
Embarazo Post-termino	3 (5,5)	1 (2,5)	NS	0,636
Duración del embarazo (semanas)*	34,3 ± 6	35,1 ± 4	NS	0,789
Edad de inicio de marcha (meses)*	22,2 ± 16	27,6 ± 16	NS	0,625
Epilepsia	2 (3,6)	9 (22,5)	7,7	0,007
Déficit cognitivo	11 (20,0)	13 (32,5)	NS	0,166
Déficit visual	20 (36,4)	15 (37,5)	NS	0,910
Déficit auditivo	2 (3,6)	3 (7,5)	NS	0,647
Diferencia de longitud de los miembros inferiores (mm)*	7,6 ± 5	7,3 ± 7	NS	0,510
Pacientes operados	43 (78,2)	15 (37,5)	5,9	<0,001
Dos cirujanos	17 (18,5)	8 (53,3)	NS	0,353

Se presentan resultados en frecuencias absolutas y proporciones del grupo en paréntesis; g: gramos; kg: kilogramos; mm: milímetros; * promedio ± desviación estándar; † ji cuadrado; ‡ U de Mann-Whitney, § prueba exacta de Fisher

El análisis univariado permitió determinar que el antecedente diagnóstico de epilepsia, la presencia de déficit cognitivo y realizar cirugías a los pacientes eran potenciales factores predictores para que el paciente mantenga o mejor el valor de la diferencia de GPS promedio ($p < 0,250$), por lo que fueron incluidas en un modelo de regresión

logística. La tabla 12 muestra la matriz de correlaciones encontrando que no existe colinealidad entre las variables del modelo.

Tabla 12. Matriz de correlaciones entre las variables significativas para el modelo

	Epilepsia	Déficit cognitivo	Pacientes operados
Epilepsia	-	0,427*	0,147†
Déficit cognitivo	0,427*	-	0,086†
Pacientes operados	0,147†	0,086†	-

Se muestran valores del estadístico Rho de Spearman para correlaciones

* $p < 0,001$; † No significativo

Se construyó el modelo de regresión logística bivariado con el método de introducción de las variables hacia adelante. Se valida el modelo evaluando Bondad de ajuste, con la siguiente hipótesis: H_0 , el modelo es perfecto; H_a , el modelo no se ajusta. Con la prueba de hipótesis de χ^2 de Hosmer y Lemeshow se obtuvo una significancia de 0,775 aceptando la hipótesis nula, por lo que el modelo es válido. Al ingresar al modelo la variable déficit cognitivo, con el método hacia adelante, se eliminó del modelo pues no tenía significancia estadística. La tabla 13 muestra los resultados para la construcción del modelo de regresión.

Tabla 13. Predictores independientes para que el paciente mantenga o mejore el valor de GPS promedio

Variable	β	OR	I.C. 95% para OR		Sig.
			Inferior	Superior	
Cirugía	1,793	6,008	2,339	15,434	<0,001
Epilepsia	-2,053	0,128	0,024	0,698	0,018
Constante	-518	0,596			0,155

Fuente: Autor

Un valor de R^2 de Nagelkerke de 0,294 indica que el modelo explica en 29% este desenlace, y el área bajo la curva ROC para este modelo es del 75% (0,753; IC95%; [0,650 - 0,857]; $p < 0,001$), concluyendo que se trata de un modelo predictivo.

El modelo revela dos factores independientes predictores para mantener o mejorar el GPS promedio en la muestra de pacientes. Para analizar, la probabilidad que un paciente mantenga o mejore su valor de diferencia de GPS promedio en función de las variables explicativas, se parte de la siguiente ecuación:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)}}$$

Se encontró, que los pacientes que fueron operados y no presentaban epilepsia tienen una probabilidad de mantener o mejorar el GPS promedio del 78%; si fueron operados pero también tenían epilepsia, la probabilidad de mantener o mejorar el GPS promedio es del 31%. Por el contrario, los pacientes que no fueron operados y no tenían epilepsia presentan una probabilidad de mejorar el GPS promedio del 37%, pero si no se operan y tienen epilepsia su probabilidad de mantener o mejorar el GPS promedio es del 7%.

Al evaluar el nivel funcional motor de los pacientes en el LAM inicial y el LAM final en cada cohorte (Figura 10), se encontró que el 91% de los pacientes operados y el 88,1% de los pacientes no operados mantuvieron o mejoraron su nivel funcional motor cuya diferencia no tiene significancia estadística (diferencia=2,9%; p=0,619 prueba ji²).

Figura 10. Nivel funcional motor de cada cohorte de pacientes en el LAM inicial y final

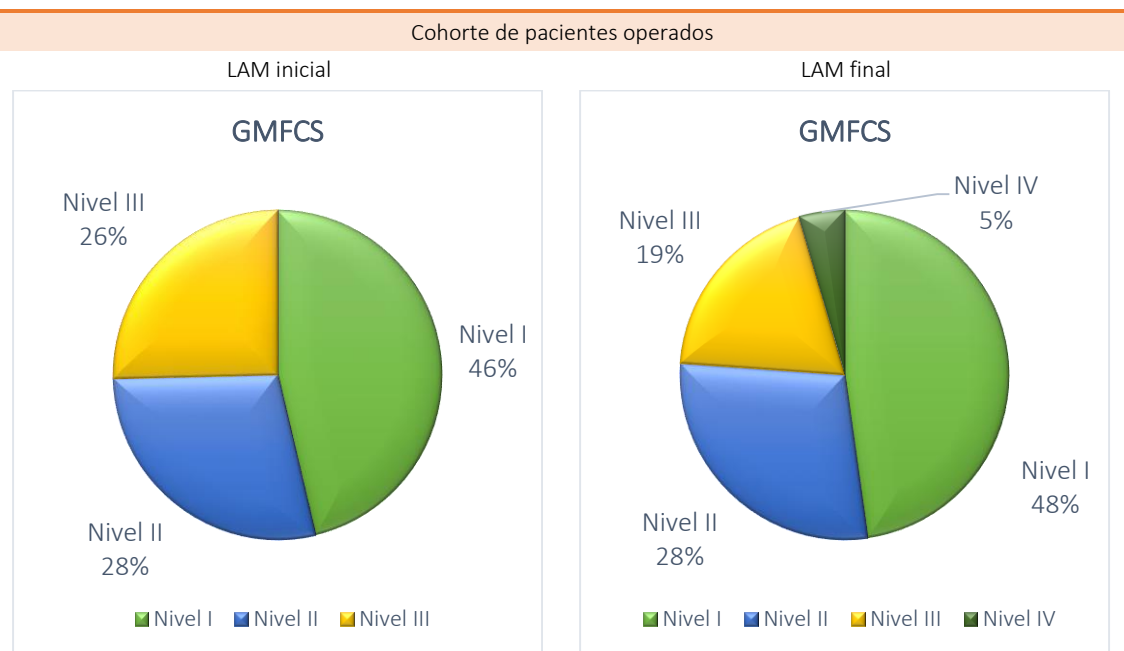
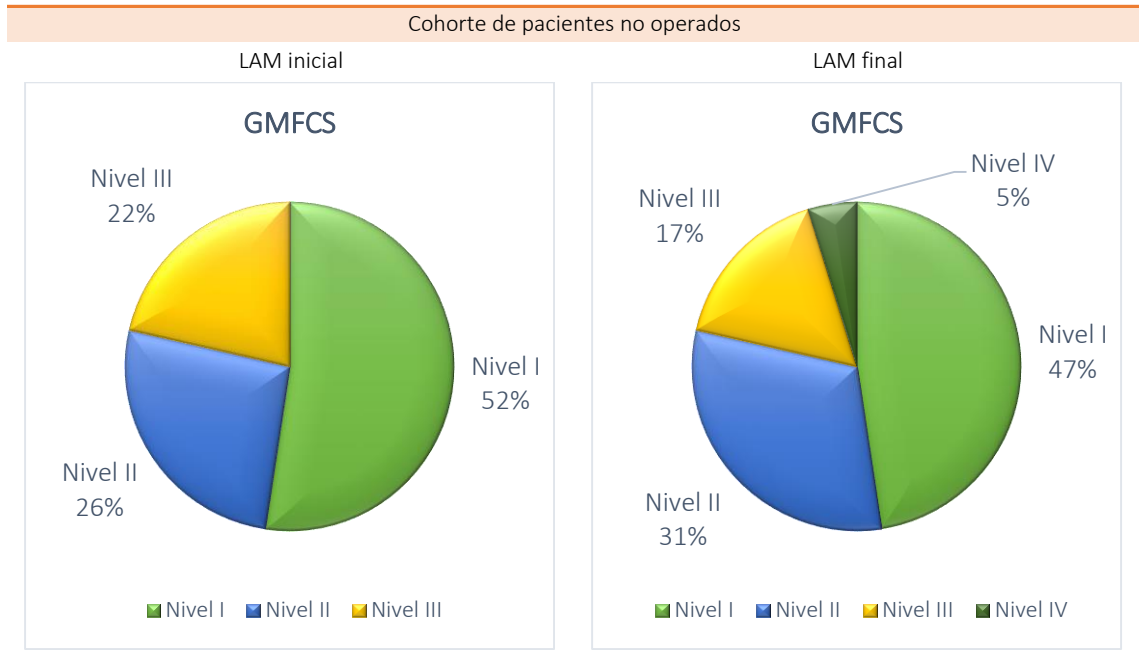


Figura 10. Nivel funcional motor de cada cohorte de pacientes en el LAM inicial y final



Fuente: Autor

Discusión

Son varios los hallazgos en este estudio; algunos hallazgos apoyan investigaciones previas, mientras que otros ofrecen sugerencias para futuras investigaciones.

Al analizar la composición de las dos cohortes, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad al ingreso del estudio y el peso del paciente. Esta diferencia tiene que ver con las limitaciones por el diseño del estudio como se menciona más adelante; sin embargo las demás características clínicas y demográficas, los antecedentes y los tratamientos previos recibidos por los pacientes no mostraron diferencias, concluyendo que las dos cohortes de estudio son bastante homogéneas lo que nos permitió realizar comparaciones entre ellas.

Como información adicional, aparte a los objetivos de este estudio, se analizó parte del proceso administrativo al que se ven sometidos los usuarios del sistema de salud colombiano. Es conocimiento público que los trámites administrativos son aparentemente más prolongados en el régimen de afiliación subsidiado que en el régimen contributivo, sin embargo aunque no se encontraron diferencias significativas en el tiempo que transcurre desde el LAM inicial hasta la fecha de cirugía, llama la atención que este tiempo fue menor en el régimen subsidiado. Esta información también es importante porque es a partir de esta que se pueden iniciar acciones en gestión hospitalaria con el fin de disminuir los prolongados tiempos de programación de cirugía y beneficiar en últimas a los pacientes.

Las gráficas MAP permitieron evaluar de manera general la cinemática de la marcha para cada cohorte de pacientes. En los pacientes no operados, visualmente se observa que la cinemática de la pelvis, la cadera, la rodilla y el tobillo se deterioró al final del seguimiento respecto del valor obtenido al ingreso. Esto indica un patrón de marcha más anormal que posteriormente al ser expresado en función del GPS se confirmó que se presentaba un deterioro significativo. Por el contrario, para la cohorte de pacientes operados, gráficamente se observa mejoría de la cinemática de la pelvis, la rodilla y del tobillo pero deterioro de la cinemática de la cadera y del pie, estos cambios al

transformarlos al GPS promedio muestran que hay mejoría significativa al final del seguimiento respecto del preoperatorio lo que se traduce en mejoría de su patrón de marcha.

Son varios los aspectos a destacar luego de evaluar las medidas de desenlace. En la cohorte de pacientes operados se encontró una mejoría estadísticamente significativa en el GDI promedio y el GPS promedio, mientras que para la cohorte de pacientes no operados se encontró un deterioro significativo en estas mismas variables. Posiblemente esto se debe a la intervención quirúrgica realizada. Al llevar a cabo este mismo análisis según el nivel funcional motor de los pacientes se encontró que las principales diferencias se encuentran en los niveles funcionales I y III, y el nivel funcional motor II no muestra diferencias significativas lo cual nos orienta a que los pacientes con nivel funcional I y III posiblemente se benefician más de la realización de cirugías múltiples de miembros inferiores.

No se encontraron diferencias con significancia estadística para la diferencia en el índice de consumo de energía en ninguna de las dos cohortes, y aunque la diferencia en la velocidad de la marcha para la cohorte de pacientes operados fue estadísticamente significativa, no se considera significativo clínicamente aumentar la velocidad de la marcha en 0,09 metros por segundo.

El análisis longitudinal realizado mostró que el cambio del LAM inicial al LAM final en la diferencia del GDI promedio entre las dos cohortes es estadísticamente significativo; de igual manera para la diferencia del GPS promedio. Esto nos indica que la cinemática de la marcha mejora de manera significativa en los pacientes operados comparados con los pacientes no operados, lo que permite considerar a las cirugías múltiples como una intervención de elección en los pacientes con PC. Al realizar este mismo análisis, por subgrupos, se confirma nuevamente que el cambio del GDI promedio y GPS promedio para los niveles funcionales I y III entre las dos cohortes de pacientes es significativo, pero para el nivel II no se alcanza significancia estadística.

Los hallazgos de este análisis dentro de cada cohorte y entre las dos cohortes ofrecen un fuerte apoyo a la existencia de una asociación entre las cirugías múltiples de

miembros inferiores y los cambios en la cinemática y el patrón de marcha de los pacientes con PCE, adicionalmente sirve para que el ortopedista infantil en su consulta tenga en cuenta las diferencias en los valores de GDI promedio y GPS promedio para evaluar la eficacia de una intervención.

Al analizar los posibles factores predictores para mantener o mejorar el patrón de marcha de los pacientes, mediante un modelo de regresión logística teniendo como desenlace el cambio en el GPS promedio, solamente se encontraron dos posibles factores predictores: la intervención quirúrgica y el antecedente de epilepsia, revelando que los pacientes que eran intervenidos tienen una probabilidad de mantener su patrón de marcha e incluso mejorarlo del 78% al ser valorados a corto plazo como se realizó en el estudio, mientras que si el paciente no mejora esta probabilidad de mantener su patrón de marcha se disminuye a tan solo el 37%. Un hallazgo importante que nos permite concluir este estudio es que los pacientes con antecedente de epilepsia tienen una alta probabilidad de deterioro de su patrón de marcha viéndose estos beneficiados de las cirugías múltiples de miembros inferiores para tener al menos una probabilidad de mejorar similar a los pacientes no operados y que no tienen epilepsia.

Respecto al nivel funcional motor con el LAM inicial y final, no se encontraron diferencias en la proporción de pacientes que mantuvieron o mejoraron el patrón el patrón de marcha entre las dos cohortes de pacientes.

A pesar de estos buenos resultados con las cirugías múltiples, es importante anotar, que existen limitaciones en el estudio. El análisis de una fuente de datos secundaria, puede presentar deficiencias como errores en el registro de las bases de datos o la no recolección de algunos datos en los primeros exámenes realizados. Tampoco se controló el efecto del azar durante la selección de los pacientes, y aunque se analizan dos cohortes de pacientes con características demográficas y clínicas homogéneas, existió una diferencia estadísticamente significativa en la edad a la que se realizó el primer LAM. Esto se puede explicar porque la indicación de realizar intervenciones quirúrgicas o no a los pacientes con PC, con hallazgos anormales o no en el LAM, se

encuentra juicio del ortopedista tratante y es dictado principalmente por alteraciones osteoarticulares detectadas al momento de la consulta, las cuales son más evidentes en los pacientes con mayor edad.

Pero sigue siendo difícil evaluar con precisión la causalidad y no podemos dar cuenta de todos los factores de confusión posibles. Es posible que factores externos, como el entorno familiar del paciente y su proceso de rehabilitación, aunque este se realice en diferentes instituciones de salud, afecten de alguna u otra manera los desenlaces medidos en estas cohortes de pacientes. Adicionalmente no se tuvieron en cuenta variables del proceso de atención quirúrgico como el tiempo quirúrgico, el sangrado, el tiempo de hospitalización, la presentación o no de complicaciones quirúrgicas que puede tener influencia sobre el desenlace de los pacientes.

Conclusiones

Encontrar el tratamiento más eficaz y la medida de desenlace ideal para evaluar las intervenciones realizadas en los pacientes con PC es una tarea difícil. Ningún trabajo de investigación puede dar respuestas precisas a estas preguntas complejas, pero con este trabajo se trató de añadir un conocimiento adicional a la literatura existente actualmente sobre el tema. La PC es una de las enfermedades neurológicas más comúnmente tratadas por los servicios de salud, cuyo objetivo es mantener o mejorar su función motora con diferentes intervenciones, y aquellos que participan valorando a los pacientes: médicos, ortopedistas infantiles, neurólogos, fisioterapeutas, entre otros, tienen que estar bien informados sobre las distintas intervenciones terapéuticas dirigidas a mejorar la calidad de vida de estos niños.

Hay varias conclusiones de este trabajo que se suman o apoyan el conocimiento actual en este campo de estudio. En primer lugar, la intervención quirúrgica ortopédica, soportada con un laboratorio para el análisis del movimiento, mejora el patrón de marcha de niños con parálisis cerebral espástica. Esta conclusión es apoyada por la mejora constante en la cinemática de la marcha según el índice de desviación de la marcha (GDI) y la puntuación del perfil de la marcha (GPS) a través de los resultados obtenidos.

En segundo lugar, sobre las medidas técnicas de desenlace, los valores objetivos de la cinemática de la marcha, resumidos en el GDI promedio y GPS promedio, fueron aquellos permitieron evaluar los cambios en la marcha con la intervención quirúrgica. Esta información, puede servir de orientación en el seguimiento ambulatorio de los pacientes; pero parámetros temporo-espaciales como la velocidad de la marcha o funcionales como el índice de consumo de energía no son modificados con estas intervenciones y por tanto no se recomiendan como medidas a tener en cuenta para el seguimiento de pacientes.

En cuanto al PODCI, no se encontraron mayores diferencias con o sin intervención quirúrgica. Esto se puede explicar al ser esta una medida subjetiva referenciada por los cuidadores de los pacientes, la cual se ve influenciada por otros factores como los

sentimientos, limitaciones y el trabajo a los que se ven sometidos quienes cuidan al paciente, e incluso la relación médico paciente, y por tanto tampoco se recomienda como una buena medida para utilizar en el seguimiento postquirúrgico de la intervención.

La tercera conclusión con este trabajo es que no solo se debe tener en cuenta la alteración motora de nuestros pacientes. Es necesario evaluar globalmente al paciente y sus comorbilidades durante la valoración preoperatoria, en particular si presenta epilepsia. En nuestro estudio se encontró que la probabilidad que tenían los pacientes con diagnóstico de epilepsia de mantener su patrón de marcha es muy baja. Esto se explica porque el paciente con epilepsia puede tener un daño sobre el SNC mayor y por tanto un déficit motor más alto, recomendando que aunque estos pacientes no tienen una probabilidad alta de mejorar el patrón de marcha se deben intervenir puesto que definitivamente su probabilidad de deterioro es evidente; pero la decisión final de realizarse cirugía o no debe ser individualizada en cada paciente y tomada en consenso entre los cuidadores y el ortopedista tratante.

La cuarta conclusión que podemos obtener de este estudio es la necesidad de continuar generando información con futuras investigaciones. El ideal sería abrir puertas en este campo, mediante estudios multicéntricos con metodología similar, mediante el estudio del análisis del movimiento, que permitan conseguir grandes cohortes de pacientes con PC, con criterios específicos de inclusión para crear grupos más homogéneos en sus características clínicas y demográficas, con niveles similares de función motora GMFS incluyendo aun pacientes con nivel funcional GMFCS IV, estandarizando de los registros de recolección de información y los tratamientos coadyuvantes como el uso de órtesis o fisioterapia; que permitirían un análisis más profundo en el estudio de los resultados de las cirugías múltiples de miembros inferiores en el niño con PC para mejorar su capacidad de marcha.

Por último consideramos que se debe involucrar a los procesos de rehabilitación y de fisioterapia más con la investigación de resultados quirúrgicos para el niño con PC, para el éxito de la intervención quirúrgica.

Bibliografía

1. Jones MW, Morgan E, Shelton JE, Thorogood C. Cerebral palsy: introduction and diagnosis (part I). *J Pediatr Health Care* [Internet]. 2007 [cited 2014 Aug 5];21(3):146–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17478303>
2. Roselli P, Duplat JL. *Ortopedia Infantil*. segunda ed. Ed Médica Panamericana; 2012. 796 p.
3. Hutton JL, Pharoah PO. Effects of cognitive, motor, and sensory disabilities on survival in cerebral palsy. *Arch Dis Child* [Internet]. 2002 Feb;86(2):84–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1761069&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
4. Blair E. Epidemiology of the cerebral palsies. *Orthop Clin North Am* [Internet]. Elsevier Ltd; 2010;41(4):441–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocl.2010.06.004>
5. DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Censo General 2005 [Internet]. Available from: <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>
6. Godwin EM, Spero CR, Nof L, Rosenthal RR, Echternach JL. The gross motor function classification system for cerebral palsy and single-event multilevel surgery: is there a relationship between level of function and intervention over time? *J Pediatr Orthop*. 2009;29(8):910–5.
7. Fundación Saldarriaga Concha FSF de B. La discapacidad en el contexto del Sistema General de Seguridad Social en Salud en Colombia: Lineamientos, epidemiología e impacto económico [Internet]. 2009. 128 p. Available from: <http://mesadesplazamientoydiscapacidad.files.wordpress.com/2010/05/doc-fundac-2009.pdf>
8. 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* [Internet]. 2013 Jun [cited 2014 Aug 16];55(6):509–19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23346889>
9. Herring JA. *Tachdjian's pediatric orthopaedics: from the Texas Scottish Rite Hospital for children*. Elsevier Health Sciences; 2013.
10. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. Wiley Online Library; 1997;39(4):214–23.
11. Wood E, Rosenbaum P. The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol*. 2000;42(5):292–6.
12. Bodkin AW, Robinson C, Perales FP. Reliability and validity of the gross motor function classification system for cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2003;15(4):247–52.
13. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(10):744–50.

14. Schwartz MH, Viehweger E, Stout J, Novacheck TF, Gage JR. Comprehensive treatment of ambulatory children with cerebral palsy: an outcome assessment. *J Pediatr Orthop*. LWW; 2004;24(1):45–53.
15. Bell KJ, Ounpuu S, DeLuca PA, Romness MJ. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. LWW; 2002;22(5):677–82.
16. Chambers HG, Sutherland DH. A practical guide to gait analysis. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2002;10:222–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12041944>
17. Movisys. Laboratorio para el análisis e interpretación del movimiento [Internet]. Available from: <http://www.movisys.org/>
18. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part III--kinetics and energy assessment. *Gait Posture* [Internet]. 2005 Jun [cited 2014 Aug 2];21(4):447–61. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636204001201>
19. Wren T a L, Gorton GE, Öunpuu S, Tucker C a. Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. *Gait Posture*. 2011;34(2):149–53.
20. Graham HK, Harvey A, Rodda J, Nattrass GR, Pirpiris M. The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop* [Internet]. 2004;24(5):514–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23651175>
21. Novacheck TF, Stout JL, Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop*. LWW; 2000;20(1):75.
22. Wren T a L, Sheng M, Bowen RE, Scaduto A a, Kay RM, Otsuka NY, et al. Concurrent and discriminant validity of Spanish language instruments for measuring functional health status. *J Pediatr Orthop* [Internet]. 2008 Mar;28(2):199–212. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18388716>
23. Schutte LM, Narayanan U, Stout JL, Selber P, Gage JR, Schwartz MH. An index for quantifying deviations from normal gait. *Gait Posture* [Internet]. 2000 Feb;11(1):25–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10664482>
24. Baker R, McGinley JL, Schwartz MH, Beynon S, Rozumalski A, Graham HK, et al. The gait profile score and movement analysis profile. *Gait Posture* [Internet]. 2009 Oct [cited 2014 Jul 10];30(3):265–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19632117>
25. Baker R. Gait analysis methods in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2006;3:4.
26. Davids JR, Ounpuu S, DeLuca P a, Davis RB. Optimization of walking ability of children with cerebral palsy. *Instr Course Lect*. 2004;53:511–22.
27. Davis RB, Öunpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Hum Mov Sci* [Internet]. 1991;10(5):575–87. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016794579190046Z>
28. Ergović V. Models and methods for locomotion analysis of lower limbs. :1–8. Available from: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/ergovic_KDI.pdf

29. Fong HD. Trends in cerebral palsy research. Nova Publishers; 2005.
30. Thomason P, Selber P, Graham HK. Single Event Multilevel Surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: A 5 year prospective cohort study. *Gait Posture* [Internet]. Elsevier B.V.; 2013;37(1):23–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.022>
31. DeLuca PA, Davis III RB, Öunpuu S, Rose S, Sirkin R. Alterations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop. LWW*; 1997;17(5):608–14.
32. Firth GB, Passmore E, Sangeux M, Thomason P, Rodda J, Donath S, et al. Multilevel surgery for equinus gait in children with spastic diplegic cerebral palsy: medium-term follow-up with gait analysis. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2013 May 15 [cited 2014 Jul 20];95(10):931–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23677361>
33. Rutz E, Baker R, Tirosch O, Brunner R. Are results after single-event multilevel surgery in cerebral palsy durable? *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2013 Mar [cited 2014 Jul 20];471(3):1028–38. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3563809&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
34. Gillete Children’s Specialty Healthcare. Single Event Multilevel Surgery (SEMLS) [Internet]. Available from: <http://www.gillettechildrens.org/conditions-and-care/single-event-multilevel-surgery-semles/>
35. Norlin R, Tkaczuk H. One-session surgery for correction of lower extremity deformities in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop. LWW*; 1985;5(2):208 – hyhen.

Anexo 1. Tabla operacional de variables

VARIABLE	DEFINICION	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CODIFICACIÓN	CATEGORIZACIÓN
<i>Variables demográficas</i>						
Fecha de nacimiento	Fecha de nacimiento del paciente	Cualitativa	Nominal	Fecha	FCHNAC	dd/mm/aaaa
Fecha LAM inicial	Fecha de realización de análisis de marcha inicial	Cualitativa	Nominal	Fecha	FCHLAB_1	dd/mm/aaaa
Fecha LAM final	Fecha de realización de análisis de marcha final	Cualitativa	Nominal	Fecha	FCHLAB_2	dd/mm/aaaa
Fecha de cirugía	Fecha de realización de la cirugía	Cualitativa	Nominal	Fecha	FCHCX	dd/mm/aaaa
Edad LAM inicial	Edad en años del paciente, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Años	EDAN_1	# años
Edad LAM final	Edad en años del paciente, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Años	EDAN_2	# años
Edad cirugía	Edad en años del paciente momento de la cirugía	Cuantitativa	Continua	Años	EDAN_3	# años
Meses de seguimiento	Meses transcurridos desde el análisis de marcha inicial al final	Cuantitativa	Continua	Meses	MESES	# meses
Meses a cirugía	Meses transcurridos desde el análisis de marcha inicial hasta la cirugía	Cuantitativa	Continua	Meses	MESCX	# meses
Meses desde cirugía al final	Meses transcurridos desde la cirugía hasta el análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Meses	MESCN	# meses
Sexo	Condición sexual biológica del paciente	Cualitativa	Nominal	1, 2	SEXO	1=Femenino 2=Masculino
Peso	Peso del paciente, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	kilogramos	PESLAB_1	# kilogramos
Escolaridad	Escolaridad del paciente, análisis de marcha inicial	Cualitativa	Nominal	0, 1	ESCOLA_1	0=No escolarizado 1=Escolarizado
EPS	Entidad prestadora de servicios del paciente, análisis de marcha inicial	Cualitativa	Nominal	1, 2	EPS_1	1=Subsidiado 2=Contributivo
Procedencia	Procedencia del paciente al momento del análisis de marcha	Cualitativa	Nominal	1, 2	PROCED	1=Urbana 2=Rural

VARIABLE	DEFINICION	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CODIFICACIÓN	CATEGORIZACIÓN
<i>Variables clínicas</i>						
Clasificación topográfica de la PC	Clasificación topográfica de la PC	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3, 4	TOPOPC	1=Monoparesia 2=Hemiparesia 3=Díparesia 4=Cuadriparesia
Lateralidad de la PC	Lateralidad de la PC	Cualitativa	Nominal	1, 2	LATEPC	1=Unilateral 2=Bilateral
Peso al nacer	Peso al nacer del paciente	Cuantitativa	Continua	gramos	PESNAC	# gramos
Duración del embarazo	Duración en semanas del embarazo de la madre del paciente	Cuantitativa	Continua	Semanas	EMBSEM	# semanas
Terminación del embarazo	Termino al cual finaliza el embarazo de la madre del paciente	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3	EMBTER	1=Pretermino 2=A termino 3=Posttermino
Edad inicio de marcha	Edad en meses en la cual inicio marcha el paciente	Cuantitativa	Continua	Meses	EDINMA	# meses
Epilepsia	Diagnostico asociado de epilepsia en el paciente	Cualitativa	Nominal	0, 1	COEPIL	0=No 1=Si
Déficit cognitivo	Diagnostico asociado de déficit cognitivo en el paciente	Cualitativa	Nominal	0, 1	CODECO	0=No 1=Si
Déficit visual	Diagnostico asociado de déficit visual en el paciente	Cualitativa	Nominal	0, 1	CODEVI	0=No 1=Si
Déficit auditivo	Diagnostico asociado de déficit auditivo en el paciente	Cualitativa	Nominal	0, 1	CODEAU	0=No 1=Si
Discrepancia de longitud de los miembros	Diferencia de longitud de los miembros inferiores medida en el LAM inicial	Cuantitativa	Continua	Milímetros	DISLMM	# milímetros
<i>Variables sobre tratamientos</i>						
Procedimientos realizados	Procedimientos quirúrgicos realizados	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3	PROC	1=Tejidos blandos 2=Tejidos óseos 3=Tejidos blandos y óseos
Lateralidad de la cirugía	Lateralidad de procedimientos quirúrgicos realizados	Cualitativa	Nominal	1, 2	LATCX	1=Unilateral 2=Bilateral
Uso de toxina botulínica	Uso de toxina botulínica	Cualitativa	Nominal	0, 1, 2	TOXB	0=No uso 1=En la cirugía 2=6 meses antes de LAM de seguimiento
Uso de órtesis	Uso de órtesis en alguno de los miembros inferiores	Cualitativa	Nominal	1, 2	USORL_1	1=Unilateral 2=Bilateral


VARIABLE	DEFINICION	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CODIFICACIÓN	CATEGORIZACIÓN
Órtesis derecha	Uso de órtesis en el miembro inferiores derecho	Cualitativa	Nominal	0, 1	ORTDER_1	0=No 1=Si
Tipo de órtesis derecha	Tipo de órtesis derecha utilizada por el paciente	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3	ORTDTI_1	1=No usa 2=OTP 3=Plantilla con realce
Órtesis izquierda	Uso de órtesis en el miembro inferiores izquierdo	Cualitativa	Nominal	0, 1	ORTIZQ_1	0=No 1=Si
Tipo de órtesis izquierda	Tipo de órtesis izquierda utilizada por el paciente	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3	ORTITI_1	1=No usa 2=OTP 3=Plantilla con realce
Uso de ayudas externas	Uso de alguna ayuda externa requerida por el paciente	Cualitativa	Nominal	0, 1	AYEXTE_1	0=No 1=Si
Tipo de ayuda externa	Tipo de ayuda externa requerida por el paciente	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3, 4	AYEXTI_1	1=No usa 2=Sujetado por otra persona 3=Bastón 4=Caminador
Variables de desenlaces						
Clasificación GMFCS LAM inicial	Clasificación GMFCS, análisis de marcha inicial	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3	GMFCS_1	1=Nivel I 2=Nivel II 3=Nivel III
Puntaje GDI izquierdo LAM inicial	Puntaje GDI izquierdo, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIIQZ_1	# puntaje obtenido
Puntaje GDI derecho LAM inicial	Puntaje GDI derecho, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIDER_1	# puntaje obtenido
Puntaje GDI promedio LAM inicial	Puntaje GDI promedio, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIPRO_1	# puntaje obtenido
Puntaje GPS izquierdo LAM inicial	Puntaje GPS izquierdo, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSIZQ_1	# puntaje obtenido
Puntaje GPS derecho LAM inicial	Puntaje GPS derecho, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSDER_1	# puntaje obtenido
Puntaje GPS promedio LAM inicial	Puntaje GPS promedio, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSPRO_1	# puntaje obtenido
Velocidad de la marcha LAM inicial	Velocidad de la marcha, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	metros/segundo	VELMAR_1	# metros por segundo
Índice de consumo de energía LAM inicial	Índice de consumo de energía, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	ICE_1	# puntaje obtenido
PODCI físico y deportes LAM inicial	PODCI en físico y deportes, análisis de marcha inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	PODTFD_1	# puntaje obtenido
PODCI transferencias y movilidad básica LAM inicial	PODCI en transferencias y movilidad básica LAM inicial	Cuantitativa	Continua	Puntuación	PODTTM_1	# puntaje obtenido

VARIABLE	DEFINICION	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CODIFICACIÓN	CATEGORIZACIÓN
Clasificación GMFCS LAM final	Clasificación GMFCS, análisis de marcha final	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3, 4, 5	GMFCS_2	1=Nivel I 2=Nivel II 3=Nivel III
Puntaje GDI izquierdo LAM final	Puntaje GDI izquierdo, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIIQZ_2	# puntaje obtenido
Puntaje GDI derecho LAM final	Puntaje GDI derecho, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIDER_2	# puntaje obtenido
Puntaje GDI promedio LAM final	Puntaje GDI promedio, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GDIPRO_2	# puntaje obtenido
Puntaje GPS izquierdo LAM final	Puntaje GPS izquierdo, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSIZQ_2	# puntaje obtenido
Puntaje GPS derecho LAM final	Puntaje GPS derecho, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSDER_2	# puntaje obtenido
Puntaje GPS promedio LAM final	Puntaje GPS promedio, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	GPSPRO_2	# puntaje obtenido
Velocidad de la marcha LAM final	Velocidad de la marcha, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	metros/segundo	VELMAR_2	# metros por segundo
Índice de consumo de energía LAM final	Índice de consumo de energía, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	ICE_2	# puntaje obtenido
PODCI físico y deportes LAM final	PODCI en físico y deportes, análisis de marcha final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	PODTFD_2	# puntaje obtenido
PODCI transferencias y movilidad básica LAM final	PODCI en transferencias y movilidad básica LAM final	Cuantitativa	Continua	Puntuación	PODTTM_2	# puntaje obtenido

Anexo 2. Presupuesto y cronograma de investigación

Recursos


Presupuesto de investigación

		INSTITUTO DE ORTOPEDIA INFANTIL ROOSEVELT Unidad de Educación e Investigación INFO-0021-v0-Presupuesto de Investigación			
Presupuesto global por fuentes de financiación					
	TOTAL	Contrapartida IOIR	Contrapartida otros		
Gastos Personal	\$ 5.330.063				
Equipos	\$ -				
Software	\$ 1.998.000				
Materiales	\$ 50.000				
Bibliografía	\$ 150.000				
Publicaciones y Patentes	\$ 100.000				
Desplazamiento	\$ -				
Subtotal	\$ 7.628.063	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Imprevistos (5%)	\$ 381.403	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración (10%)	\$ 762.806	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ 8.772.272	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fuente: Autor

Cronograma

Cronograma del proyecto de investigación

		INSTITUTO DE ORTOPEDIA INFANTIL ROOSEVELT Unidad de Educación e Investigación INFO-0009-v1-Cronograma Fases del Proyecto de Investigación						
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
FASE I CONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN	Concepción de la idea preliminar, Planteamiento del Problema de Investigación							PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
	Planteamiento de la pregunta de investigación y los Objetivos							
	Revisión de la Literatura y construcción del Marco Teórico							
	Definición de la Hipótesis y las variables							
	Selección Metodología de Investigación							
	Definición de las Intervenciones y la Medición (Selección o Elaboración de Instrumentos de Medición)							
	Presentación del Proyecto ante el Comité de Prácticas Clínicas y Ética en Investigación							
FASE II IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS	Recolección y Sistematización de datos							EJECUCIÓN DEL PROYECTO ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESULTADOS
	Análisis de datos							
	Resultados y Conclusiones							
FASE III DIVULGACIÓN	Elaboración de producto de divulgación (paper, poster, presentación)							DIVULGACIÓN DE RESULTADOS

Fuente: Autor