



**TESINA**

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Entrenamiento de fuerza en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) de la ciudad de Santa Fe.”**

**Autores:**

**Bertotti, Camila. – N° DNI 39695871  
Ortega, Pablo Ivan. - N° DNI 40557540**

**Director:**

**Lic. Speziale, Pablo.**

**Lugar:**

**Santa Fe**

**Fecha de presentación:**

**23/09/2024**

**Firmas de Autores:**

Two handwritten signatures are shown below the text 'Firmas de Autores:'. The first signature is on the left and the second is on the right. Both are in black ink and appear to be cursive.

## Resumen:

**Introducción:** La Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) es una lesión estática que afecta el desarrollo cerebral fetal o infantil, resultando en trastornos motores y neuromusculares graves. Estos incluyen deformidades físicas, espasticidad, debilidad muscular y falta de equilibrio, entre otros. Afecta aproximadamente 1 a 4 casos por cada 1000 recién nacidos vivos en Argentina. El entrenamiento de fuerza emerge como una intervención clave para mejorar la capacidad de caminar, fortalecer los músculos afectados, mejorar el equilibrio y el control motor.

**Objetivo general:** Evaluar los efectos que tiene la aplicación de un entrenamiento de fuerza en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la ciudad de Santa Fe.

**Materiales y Métodos:** La investigación se llevó a cabo a través de la presentación de un caso clínico, de un niño con ECNE tipo cuadriplejía espástica realizado en el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti. El mismo incluyó la búsqueda de artículos científicos publicados durante los últimos 5 años (2019-2024) en las siguientes bases de datos: Scielo, Pubmed, BVS y MinCyT. Se utilizaron diferentes escalas a fin de evaluar la motricidad gruesa (GMFCS y Kinovea), el equilibrio (PBS) y la fuerza muscular (5R-STTS).

**Resultados:** La aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza no produjo cambios en la mayoría de las variables analizadas. Sin embargo, se observaron mejoras en la variable fuerza, reflejadas en un aumento en las puntuaciones del test utilizado.

**Conclusión:** El entrenamiento de fuerza no resultó efectivo para mejorar el equilibrio ni la motricidad gruesa. Sin embargo, se puede afirmar que la incorporación de ejercicios de fuerza enfocados en fortalecer la musculatura del tronco, la cintura pélvica y los miembros inferiores ofrece importantes beneficios, como el aumento de la fuerza y el rango de movimiento.

**Palabras Claves:** Parálisis Cerebral, Niño, Fuerza Muscular, Entrenamiento de Fuerza, Equilibrio Postural, Rehabilitación, Fisioterapia, Modalidades de fisioterapia.

## Índice

I.Introducción: .....	1
II.Objetivos: .....	2
II.a General: .....	2
II.b Específicos: .....	2
III.Marco Teórico: .....	3
III.a Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE): .....	3
III.b Etiología: .....	3
III.c Clasificación: .....	4
III.c.1 Clasificación clínica: .....	4
III.c.2 Clasificación topográfica: .....	4
III.c.3 Clasificación según escala Gross Motor Function Classification System: .....	5
III.d Fisiopatología: .....	7
III.e Cuadro clínico: .....	8
III.e.1 Característica de los niños con ECNE tipo cuadriplejía espástica: .....	8
III.f Valoraciones: .....	9
III.f.1 Sit to stand test: .....	9
III.f.2 Pediatric Balance Scale (PBS): .....	10
III.f.3 Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS): .....	10
III.g Abordaje: .....	11
III.g.1 Importancia del entrenamiento de fuerza en pacientes con ECNE: .....	11
IV.Justificación: .....	13
V.Materiales y métodos: .....	14
V.a Diseño: .....	14
V.b Revisión bibliográfica: .....	14
V.c Generalidades del caso: .....	17
V.c.1 Diseño metodológico de evaluaciones y tratamiento: .....	17
V.c.2 Instrumentos de evaluación: .....	17
V.d Caso clínico: .....	18
V.d.1 Presentación del caso clínico: .....	18
V.d.2 Diagnóstico clínico y antecedentes: .....	18
V.d.3 Evaluación kinésica: .....	21
V.d.4 Plan terapéutico: .....	21

VI.Resultados: .....	27
VI.a Revision bibliográfica: .....	27
VI.b Fuerza: Sit to stand test: .....	36
VI.c Equilibrio: Pediatric Balance Scale (PBS):.....	37
VI.d Motricidad gruesa: Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa – Software Kinovea:.....	37
VII.Discusión:.....	39
VII.a Limitaciones: .....	41
XI.Conclusión:.....	43
IX.Referencias Bibliográficas: .....	44
X.Anexo: .....	48
X.a Consentimiento informado del paciente: .....	48
X.b Carta al director del hospital: .....	50

## I. Introducción:

La Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) es un grupo de trastornos que aparece en la primera infancia y persiste toda la vida. Dentro de este grupo, se encuentran afecciones como trastornos del desarrollo del movimiento y de la postura, que causan limitación en la actividad y son atribuidos a alteraciones no progresivas que ocurren en el cerebro u otra estructura del encéfalo en desarrollo del feto o del niño/a pequeño/a; el trastorno motor se acompaña con frecuencia de alteraciones de la sensibilidad, cognición, comunicación, percepción, comportamiento y/o crisis epilépticas<sup>1</sup>.

La ECNE es la incapacidad física más frecuente en la infancia, pudiendo ser severa en gran parte de la población. En Argentina afecta del 1 a 4 por mil niños nacidos vivos por año, representando una incidencia alrededor de 1500 nuevos casos anuales<sup>2</sup>.

A medida que los niños con ECNE crecen, las dificultades motoras pueden llevar a la aparición de contracturas y deformidades, afectando significativamente su capacidad para realizar actividades de la vida diaria. Estos problemas motores también impactan sobre la fuerza, el equilibrio y la motricidad gruesa. Adicionalmente, la falta de intervenciones eficaces puede empeorar progresivamente estos aspectos, aumentando la dependencia de los individuos para la realización de actividades básicas de la vida diaria<sup>3,4</sup>.

El entrenamiento de fuerza busca mejorar la capacidad funcional de los músculos afectados, aumentar la estabilidad postural y reducir las deformidades asociadas con la ECNE. Este enfoque no solo ayuda a aumentar la fuerza muscular, sino que también puede contribuir a la corrección de las contracturas y deformidades, promoviendo una mayor funcionalidad del paciente. Sin embargo, la evidencia sobre la efectividad de los programas de entrenamiento de fuerza en la población con ECNE sigue siendo limitada, y se requiere mayor investigación para entender mejor los efectos a largo plazo y su impacto en la funcionalidad general<sup>5</sup>.

Debido a lo planteado anteriormente, se formula el siguiente interrogante:  
¿Qué efectos tiene la aplicación de un entrenamiento de fuerza en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la ciudad de Santa Fe?

## **II.Objetivos:**

### **II.a General:**

Evaluar los efectos que tiene la aplicación de un entrenamiento de fuerza en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la ciudad de Santa Fe.

### **II.b Específicos:**

- ➔ Revisar en la literatura los ejercicios de fortalecimiento aplicables en pacientes con ECNE.
- ➔ Analizar los resultados obtenidos sobre el equilibrio durante el periodo de tratamiento.
- ➔ Evaluar los efectos en la motricidad gruesa a lo largo del tratamiento.

### **III. Marco Teórico:**

#### **III.a Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE):**

La Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) es una lesión estática no progresiva que se produce en el desarrollo del cerebro fetal o infantil dando como resultado distintos trastornos motores y neuromusculares. Entre estos trastornos se incluyen deformidades físicas, espasticidad, debilidad muscular, falta de equilibrio y un control motor selectivo deteriorado<sup>1</sup>. La incidencia de esta patología varía entre 1 y 4 casos por cada 1000 recién nacidos vivos, representando aproximadamente 1500 casos nuevos anuales en Argentina<sup>2</sup>. Además de los problemas motores, los individuos con ECNE pueden enfrentar alteraciones en la sensibilidad, cognición, comunicación, percepción y comportamiento, así como episodios de epilepsia<sup>3,4</sup>.

#### **III.b Etiología:**

La ECNE se da más frecuentemente en los países de bajos recursos donde los cuidados pre, peri y posnatal son deficientes, debido a los escasos controles durante y después del embarazo, a los problemas nutricionales tanto de la madre antes y durante el embarazo, como del niño durante el embarazo y después del nacimiento<sup>6</sup>.

El daño cerebral se produce por múltiples causas, como desarrollo anormal del cerebro, anoxia, hemorragia intracraneal, asfixia neonatal excesiva, traumatismo, hipoglucemia, virus neurotrófico e infecciones diversas<sup>6</sup>. En algunos casos la causa es incierta y en muchos, conocerla no señala un diagnóstico o tratamiento específico. Las lesiones que se producen en un cerebro en desarrollo pueden dar lugar a problemas diferentes dependiendo de la estructura y función del cerebro en el momento en el que ocurre, por lo que se describen tres períodos<sup>6</sup>:

Período prenatal: enfermedades infecciosas de la madre durante el primer trimestre de embarazo; trastornos de la oxigenación fetal dados por insuficiencia cardíaca grave de la madre; anemia; hipertensión; circulación sanguínea deficiente del útero y placenta; enfermedades metabólicas de la madre; polihidramnios; hidrops fetal; hemorragia cerebral fetal por toxemia gravídica (complicación asociada a hipertensión y proteinuria); traumatismo; incompatibilidad Rh o enfermedad hemolítica del recién nacido e intoxicaciones por rayos X<sup>6</sup>.

Periodo perinatal: la causa más conocida es la anoxia neonatal o el traumatismo directo durante el parto (maniobras de tracción inadecuadas, interferencia del flujo sanguíneo umbilical e intercambio inadecuado de oxígeno entre placenta y feto), bajo

peso para la edad gestacional, parto prematuro, hipoglucemia mantenida, hiperbilirrubinemia, cirugía cardíaca y oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO)<sup>6</sup>.

Periodo posnatal: infecciones como meningitis o sepsis; intoxicaciones; traumatismos; estatus convulsivo; paro cardiorrespiratorio y deshidratación grave<sup>6</sup>.

De las causas anteriormente descritas, las correspondientes al período prenatal son las más comunes. Del 50% al 75% de los niños con ECNE adquieren la lesión entre las 24 semanas de gestación y el nacimiento<sup>7</sup>.

### **III.c Clasificación:**

La ECNE se puede clasificar según la sintomatología clínica y según la topografía. Dentro de la primera categoría se pueden clasificar en hipotónica, atáxica, espástica y atetósica<sup>8</sup>. El segundo, estudia al área topográfica afectada, por lo que se clasifica en hemiplejía, diplejía, tetraplejía, triplejía y monoplejía<sup>9</sup>. Ver figura n° 1.

#### **III.c.1 Clasificación clínica:**

ECNE hipotónica: generalmente la hipotonía es el paso previo hacia los demás tipos de ECNE. Presenta un bajo tono muscular, excesiva flexibilidad articular, y disminución de la fuerza muscular<sup>8</sup>.

ECNE atáxica: se da por una lesión en el cerebelo. Dicha ataxia suele ir acompañada de espasticidad y atetosis<sup>8</sup>.

ECNE espástica: se produce por una lesión en la corteza motora o proyecciones de la sustancia blanca en áreas sensoriomotrices corticales, es la forma más frecuente de ECNE, representando más del 80% de todos los casos<sup>8</sup>.

ECNE atetósica o discinética: derivada de la lesión en los ganglios basales y sus conexiones tanto con la corteza premotora como con la corteza prefrontal<sup>8</sup>.

#### **III.c.2 Clasificación topográfica:**

Hemiplejía: la afectación se limita a un hemicuerpo. Las alteraciones motrices suelen ser más evidentes en el miembro superior<sup>9</sup>.

Diplejía: es la afectación de las cuatro extremidades, con predominio en las extremidades inferiores<sup>9</sup>.

Tetraplejía o Cuadriplejía: afectación global, incluidos tronco y las cuatro extremidades con predominio de las extremidades superiores. En muchos casos son asimétricos, hay un lado más afectado que el otro<sup>9</sup>.

Triplejía: afectación de tres miembros. Es poco frecuente ya que la extremidad no afectada suele ser funcional y también suele estar afectada en menos intensidad<sup>9</sup>.

Monoplejía: afectación de un solo miembro, no se da de manera pura ya que suele haber afectación de otra extremidad, pero con menor intensidad<sup>9</sup>.

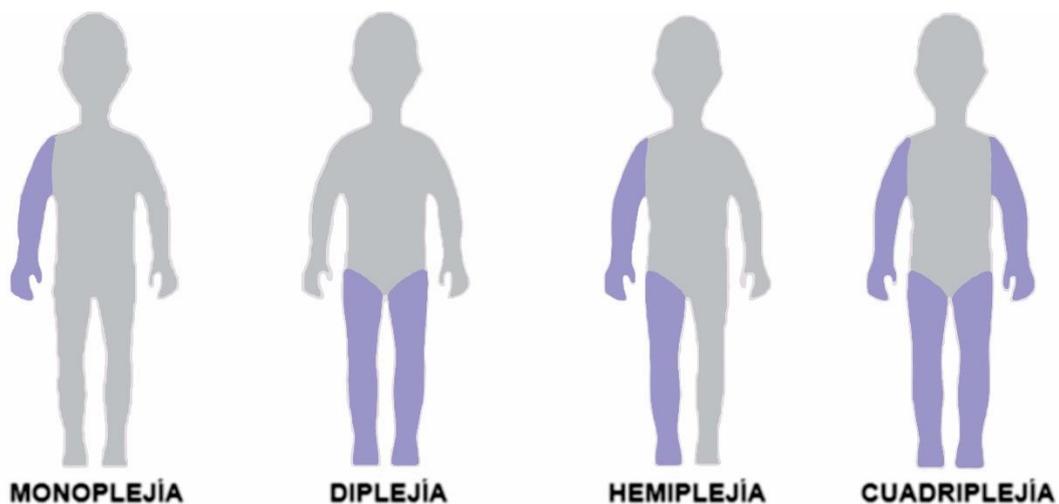


Figura 1. Clasificación topográfica de la ECNE<sup>9</sup>.

### **III.c.3 Clasificación según escala Gross Motor Function Classification System:**

El Sistema de Clasificación de la Función Motora Guesa (GMFCS) fue desarrollado para proporcionar, a través de un método evaluativo, una clasificación de 5 niveles según la motricidad gruesa en pacientes con ECNE<sup>10</sup>.

En un principio fue diseñada para evaluar niños con ECNE de hasta 12 años. Aunque la última actualización prolonga la edad de evaluación hasta los 18<sup>10</sup>.

La evaluación permite seleccionar el nivel acorde (del I al V) según el rango etario del paciente, para ello presenta descripciones para cada nivel, según las edades (organizadas en los rangos de 0 a 2 años, 2 a 4, 4 a 6, 6 a 12 y 12 a 18 años)<sup>10</sup>. Ver figura n° 2.

Es importante destacar que la escala evalúa el desempeño de la motricidad gruesa, estableciendo diferencias significativas entre cada nivel, pero no permite elaborar un juicio sobre el pronóstico o calidad de movimiento<sup>10</sup>.

→ GMFCS I: Anda sin limitaciones para las habilidades motoras más avanzadas. Los niños caminan en casa, en la escuela, al aire libre y en la comunidad. Los niños pueden subir y bajar aceras sin asistencia física y escaleras sin el uso de una baranda. Los niños realizan habilidades motoras gruesas como correr y saltar, pero la velocidad, el equilibrio y la coordinación son limitados<sup>7</sup>.

→ GMFCS II: Anda con limitaciones para andar fuera de casa y por la calle. Los niños pueden experimentar dificultades para caminar largas distancias y mantener el equilibrio en terrenos irregulares, espacios reducidos o al transportar objetos<sup>7</sup>.

→ GMFCS III: Anda con la ayuda de aparatos para la movilidad en entornos interiores. Cuando viajan largas distancias, los niños utilizan algún tipo de movilidad con ruedas. Los niños pueden subir y bajar escaleras agarrándose de una baranda con supervisión o asistencia física. Las transferencias de bipedestación y de suelo a bipedestación requieren la asistencia física de una persona o una superficie de apoyo<sup>7</sup>.

→ GMFCS IV: Automovilidad con limitaciones, puede utilizar movilidad con silla de ruedas eléctrica. Requieren asientos adaptables para el control del tronco y la pelvis y asistencia física para la mayoría de los traslados. En casa, los niños utilizan la movilidad en el suelo (rodar, arrastrarse o gatear), caminar distancias cortas con asistencia física o utilizar movilidad eléctrica. Al aire libre y en la comunidad, los niños son transportados en una silla de ruedas manual o utilizan movilidad eléctrica<sup>7</sup>.

→ GMFCS V: Los niños son transportados en una silla de ruedas manual. Tienen una capacidad limitada para mantener posturas antigraavedad de la cabeza, el tronco y controlar los movimientos de brazos y piernas. Pueden recorrer distancias cortas en el suelo o pueden ser llevados por un adulto. Los niños pueden lograr la automovilidad utilizando movilidad eléctrica con amplias adaptaciones para sentarse y controlar el acceso<sup>7</sup>.

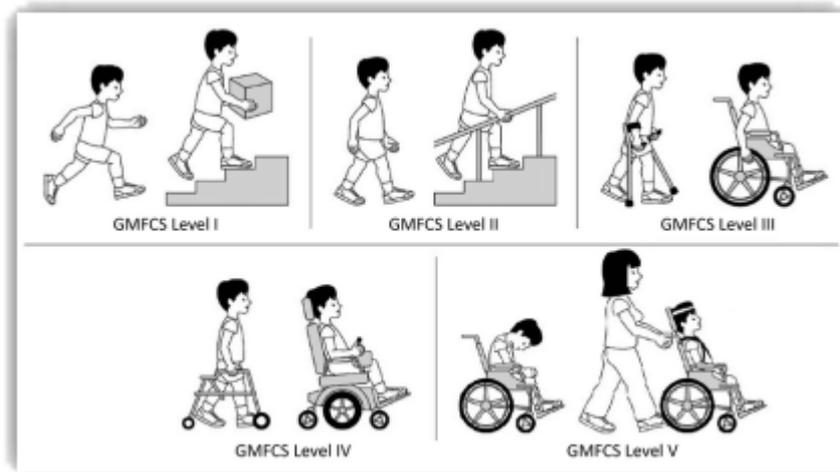


Figura 2. Escala GMFCS<sup>7</sup>.

### III.d Fisiopatología:

La encefalopatía se desarrolla, tanto en el período perinatal como en el período prenatal, por la asfixia neonatal y la asfixia intrauterina respectivamente, estas traen como consecuencia una disminución en la circulación sanguínea cerebral causando isquemia acompañada de hipoxia, hipo hipercapnia y acidosis. Ver figura n° 3. En el periodo posnatal la isquemia cerebral proviene de un traumatismo craneo cerebral (TEC), deshidratación aguda severa o un cuadro epiléptico. Las isquemias que se presentan en los distintos períodos causan lesiones tanto en la sustancia blanca como en la sustancia gris, dando como consecuencia alteraciones en el desarrollo motor, sensorial y cognitivos<sup>11</sup>.

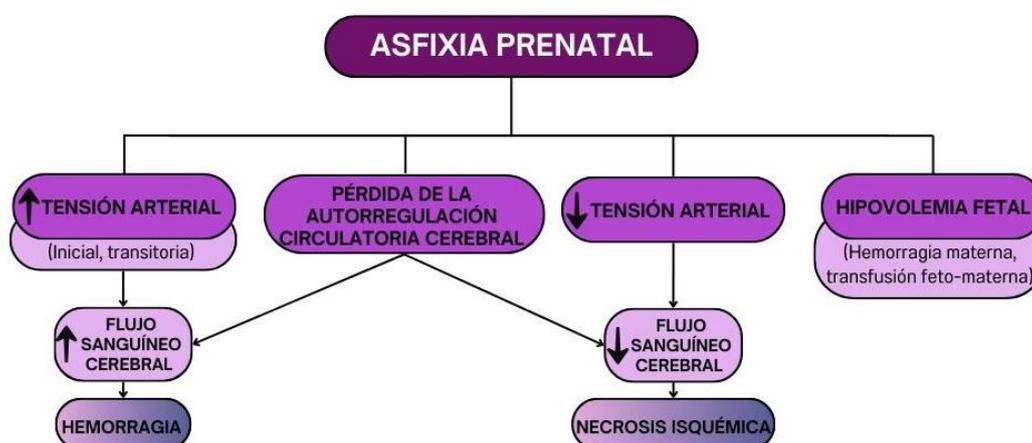


Figura 3. Mecanismos de asfixia perinatal que conducen a la isquemia<sup>11</sup>.

### **III.e Cuadro clínico:**

La presentación de la ECNE tiene una sintomatología múltiple y variada. Entre los rasgos comunes más identificativos se encuentran las alteraciones en el desarrollo motor, los déficits cognitivos o la presencia de deformidades óseas y musculares<sup>12</sup>. Además, existen complicaciones asociadas muy frecuentes como pueden ser la presencia de trastornos epilépticos, convulsiones, alteraciones visuales y sensoriales, retraso en el crecimiento, trastornos del sueño y del habla, disfagia, babeo constante, incontinencia y alteraciones en el equilibrio y la marcha<sup>13</sup>.

Sin embargo, los síntomas más limitantes para los pacientes que padecen esta patología son los relacionados con el déficit de control motor, la debilidad muscular y la espasticidad<sup>14</sup>.

La combinación de esta tríada tendrá graves repercusiones sobre la fluidez del movimiento, la coordinación del mismo, la marcha autónoma y la participación plena en las actividades de la vida diaria para los sujetos con ECNE<sup>15</sup>.

Una revisión realizada por Ross y Ensberg<sup>16</sup>, demostró que tanto la debilidad muscular y la espasticidad provocan limitaciones en la función motora de niños con ECNE. Las mismas conclusiones fueron obtenidas por Ohata et al.<sup>17</sup> en una revisión posterior. Este será un factor a tener en cuenta de cara al trabajo de fortalecimiento muscular.

#### **III.e.1 Característica de los niños con ECNE tipo cuadriplejía espástica:**

Se describen en detalle las características específicas de este tipo de ECNE ya que es el tipo de encefalopatía que se abordará en este estudio<sup>8,9</sup>.

Las alteraciones en estos niños se observan de forma temprana a través de un retardo en el desarrollo, la persistencia de reflejos primitivos más allá de los 12 a 24 meses, desalineaciones articulares, entre otros signos. Cuando el hipertono y la espasticidad se desarrollan completamente, el niño pierde el equilibrio en diversas posiciones, no puede enderezar la cabeza ni mantener el control cefálico, y tiene dificultad para utilizar libremente sus miembros superiores. En posición supina, se nota una retracción de los hombros y cuello, lo que dificulta el rolado hacia un lado y el cambio a decúbito lateral<sup>8,9</sup>.

En posición prona, el niño no puede elevar la cabeza ni usar los miembros superiores como apoyo, lo que impide que se levante. La columna, junto con la articulación del hombro, el codo y los dedos, se encuentran flexionados, al igual que

las caderas y las rodillas. Al intentar extender las caderas sobre los muslos, las rodillas se extienden y el miembro inferior se aduce y rota internamente. Los tobillos muestran una flexión plantar excesiva y las muñecas presentan desviación cubital. Al intentar arrodillarse, tanto la cabeza como el tronco y las extremidades se flexionan en un patrón de flexión total, dificultando esta posición<sup>8,9</sup>.

En la posición sentada, el niño carece de equilibrio y la base de apoyo es estrecha debido a la flexión, aducción y rotación interna de los miembros inferiores. Además, no puede usar los brazos para apoyarse debido a la espasticidad flexora severa. Si intenta mirar hacia abajo, caerá hacia adelante por la espasticidad flexora, y si intenta extender el cuello, caerá hacia atrás por la espasticidad extensora<sup>8,9</sup>.

Estos niños también presentan dificultades en la motricidad bucal, como problemas para cerrar la boca, realizar movimientos con la lengua y tragar, lo que afecta la alimentación, la comunicación verbal y el control de la saliva. El exceso de babeo requiere una constante higiene bucal y el cambio frecuente de ropa o baberos<sup>8</sup>.

Las deformidades asociadas con la espasticidad incluyen escoliosis, a veces acompañada de hipercifosis, deformidades en flexión, rotación interna y aducción de la cadera, flexión de la rodilla y pie equino, luxación de cadera debido a un desarrollo defectuoso de la articulación y la espasticidad en aducción y rotación interna, así como deformidades en el miembro superior, con flexión y rotación interna del hombro y flexión del codo<sup>18</sup>.

### **III.f Valoraciones:**

Dentro de las variables más destacadas que se pueden analizar en estos pacientes se encuentran el nivel de fuerza, el equilibrio, la motricidad gruesa, la función, la propiocepción, las reacciones de enderezamiento, el nivel de espasticidad, rango de movimiento activo, la marcha y la postura. Los instrumentos para analizar, cualificar o cuantificar cada una de ellas son diversos. Sin embargo, solo se desarrollarán brevemente los utilizados en este estudio<sup>9</sup>:

#### **III.f.1 Sit to stand test:**

A fin de valorar la progresión de la fuerza, se utiliza el Sit to stand test, evaluación que consiste en cronometrar el tiempo que requiere una persona para pararse y sentarse de una silla.

Wang et al.<sup>19</sup> validaron el uso de 5 repeticiones del Sit to stand test en pacientes con diplejía espástica, demostrando que aquellas personas que requieren menor tiempo en cumplir los cinco ciclos tienen mayor fuerza.

Para llevar adelante el test, el paciente debe ubicarse en sedestación con una flexión de cadera de 90° y pararse las reiteradas veces con brazos cruzados y las manos colocadas en sus hombros. Se comienza a cronometrar cuando inicia la flexión de tronco y se termina cuando contacta la silla nuevamente. La valoración se debe reiterar 3 veces y obtener el promedio<sup>19</sup>.

### **III.f.2 Pediatric Balance Scale (PBS):**

Es una escala validada y modificada de la Berg Balance Scale (BBS) para pacientes con ECNE que permite valorar el equilibrio a partir de la evaluación de 14 ítems, los cuales son puntuados del 0 al 4, valorando con mayor puntaje los casos que logran mayor independencia. Su validez ha sido respaldada por diversas investigaciones en múltiples idiomas, incluido el español, lo que resalta su aplicabilidad en contextos clínicos<sup>20</sup>.

### **III.f.3 Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS):**

El sistema clasifica la función motora gruesa en cinco niveles (I, II, III, IV y V), con una descripción de las habilidades proporcionadas para cinco grupos de edad (hasta los 18 años): de menos de 2 años, de entre 2 y 4 años, entre 4 y 6 años, entre 6 y 12 años y, finalmente entre 12 y 18 años. El título para cada nivel representa el nivel más alto de movilidad que un niño con ECNE puede conseguir<sup>21</sup>.

Para facilitar el análisis de la movilidad, se puede utilizar Kinovea, un software de acceso gratuito con el cual se puede analizar el movimiento en videos 2D, es apto para su uso en computadoras y no requiere de ningún dispositivo externo. Este software permite analizar los videos sin la necesidad de utilizar marcadores, a su vez estos se pueden colocar con el programa. Sin embargo, también es capaz de analizar el movimiento con la utilización de marcadores pasivos en el paciente. Cuenta con funciones para capturar, ralentizar, comparar, anotar y medir el movimiento en videos<sup>22</sup>.

Este software brinda la opción de aplicar distintas herramientas para analizar videos y fotografías, permite enriquecer un video agregando flechas, descripciones, comentarios, observar dos videos en paralelo sincronizándolos por medio de un

evento en común, seguir la trayectoria de un punto de interés, marcar distancias, tomar tiempos, medir ángulos, entre otras funciones<sup>23</sup>.

### **III.g Abordaje:**

El abordaje de la ECNE debe abordarse considerando no solo los problemas motrices primarios, sino también los déficits asociados y las posibles complicaciones. Debido a la complejidad de la misma, es esencial adoptar un enfoque multidisciplinario para ofrecer una atención integral<sup>24</sup>.

La intervención terapéutica debe integrar un conjunto de estrategias técnicas, personales y sociales con el objetivo de optimizar el desarrollo físico, psicológico y social del paciente, ajustándose a sus necesidades específicas de independencia y funcionalidad según su edad<sup>24</sup>.

El tratamiento de esta patología está fundamentado en cuatro pilares básicos: la farmacoterapia, el tratamiento ortésico, el tratamiento quirúrgico y la terapia física. Cada uno de estos pilares juega un papel crucial en la gestión de la ECNE, y su aplicación debe ser personalizada para maximizar el potencial de desarrollo y bienestar del paciente<sup>24</sup>.

### **III.g.1 Importancia del entrenamiento de fuerza en pacientes con ECNE:**

El entrenamiento de fuerza es una intervención crucial en el tratamiento de pacientes ECNE. Este tipo de entrenamiento no solo mejora la fuerza muscular, sino que también tiene efectos positivos en la función motora, el equilibrio y la marcha, aspectos fundamentales para la movilidad y la calidad de vida de estos pacientes<sup>25</sup>.

#### **Beneficios del entrenamiento de fuerza:**

##### **➔ Mejora de la función motora gruesa:**

El entrenamiento de fuerza puede potenciar la función motora gruesa en pacientes con ECNE, lo que resulta esencial para la realización de actividades diarias y el fomento de la independencia. Estudios han demostrado que estos programas de entrenamiento ofrecen beneficios significativos en la función motora gruesa, sin aumentar la espasticidad en niños y adolescentes con ECNE.<sup>25,26</sup>

##### **➔ Aumento de la fuerza muscular:**

Los ejercicios de resistencia y el entrenamiento funcional son efectivos para aumentar la fuerza de los músculos de los miembros inferiores, lo que es vital para

mejorar la estabilidad y la funcionalidad. Estudios han mostrado que un aumento en la fuerza muscular se traduce en una mejor capacidad para realizar actividades cotidianas y participar en la comunidad<sup>25,26</sup>.

➔ Mejora del equilibrio y la coordinación:

El entrenamiento de fuerza también contribuye a mejorar el equilibrio y la coordinación, aspectos esenciales para prevenir caídas y mejorar las actividades de la vida diaria. Un estudio específico encontró que el entrenamiento de fuerza tiene un impacto positivo en el equilibrio postural, lo que facilita una mejor movilidad en los pacientes con ECNE<sup>25</sup>.

➔ Mejoras en la Marcha:

Además de mejorar la fuerza muscular, el entrenamiento de fuerza puede mejorar la velocidad y la eficiencia de la marcha. Los ejercicios dirigidos específicamente a la marcha, como caminar en superficies inestables y variar las velocidades, son efectivos para mejorar la adaptabilidad y la calidad de la marcha en estos pacientes<sup>25,26</sup>.

En resumen, el entrenamiento de fuerza es una intervención esencial y altamente efectiva para mejorar la calidad de vida de los pacientes con ECNE. La evidencia científica respalda su uso para mejorar la fuerza muscular, la función motora gruesa, el equilibrio y la marcha, sin incrementar la espasticidad, haciendo que estos programas sean una parte fundamental del tratamiento rehabilitador<sup>26</sup>.

#### **IV. Justificación:**

La ECNE es un trastorno neurológico crónico que afecta el movimiento, el equilibrio y la postura, originado por lesiones o malformaciones en el cerebro en desarrollo, generalmente antes del nacimiento o en los primeros años de vida. Esta condición presenta una gran variabilidad en sus manifestaciones clínicas, que pueden ir desde leves dificultades motoras hasta discapacidades severas que impactan significativamente la calidad de vida, incluyendo espasticidad, asimetrías, pérdida del control selectivo y debilidad muscular.

Dada su complejidad y el impacto en las funciones motoras, la rehabilitación en estos pacientes requiere un enfoque multidisciplinario, donde el entrenamiento de fuerza juega un papel crucial en la mejora de las dificultades motoras. Sin embargo, el uso del entrenamiento de fuerza en la neurorrehabilitación infantil es objeto de debate entre los profesionales. Algunos prefieren evitarlo, argumentando que la aplicación de peso adicional sobre estructuras desalineadas podría aumentar el riesgo de desarrollar patologías degenerativas en el futuro. Por otro lado, la ausencia de entrenamiento de fuerza puede llevar a una mayor debilidad muscular y a una disminución de la capacidad aeróbica, afectando negativamente la realización de las actividades diarias.

Por lo tanto, es esencial investigar esta problemática para comprender mejor los beneficios del entrenamiento de fuerza, optimizar las estrategias de rehabilitación y profundizar los conocimientos adquiridos a lo largo del recorrido académico de la carrera.

**V. Materiales y métodos:**

**V.a Diseño:**

Se realiza la presentación de un caso clínico que incluyó la búsqueda de artículos científicos. El estudio se realizó en el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti.

**V.b Revisión bibliográfica:**

Se llevó a cabo la búsqueda de artículos científicos publicados durante los últimos 5 años (2019-2024) en las siguientes bases de datos: Scielo, Pubmed, BVS y MinCyT. La misma se realizó a través del uso de diferentes palabras claves (incluyendo los términos DeCS y MeSH disponibles; en inglés y en español), términos libres y combinaciones de las mismas.

En las bases de datos mencionadas se utilizaron las palabras claves y términos libres que se muestran a continuación en la tabla n° 1:

Términos DeCs	Términos MeSH	Términos libres
Parálisis cerebral	Cerebral palsy	Pediatric Balance Scale
Niño	Child	Scales
Fuerza muscular	Muscle strenght	Validation study
Entrenamiento de fuerza	Resistance training	Validity
Equilibrio postural	Postural balance	Sit tu Stand Test
Rehabilitación	Rehabiitation	Kinovea
Fisioterapia	Physical therapy speciaties	
Modalidades de fisioterapia	Physical therapy modalities	

*Tabla 1 - Palabras claves y términos libres.*

Se combinaron de manera similar los términos DeCs y MeSH, junto con los términos libres, utilizando conectores AND y OR.

➔ Combinación de términos en español (DeCs). Se obtuvieron 27 artículos en total:

"Parálisis cerebral" AND Niño AND "Entrenamiento de fuerza" AND "Fuerza Muscular". Se recuperaron 11 artículos, de los cuales se seleccionaron 5.

"Parálisis cerebral" AND Niño AND "Entrenamiento de fuerza" AND "Equilibrio Postural". Se recuperaron 2 artículos, de los cuales se seleccionó 1.

"Parálisis cerebral" AND Niño AND "Fuerza Muscular" AND "Equilibrio Postural". Se recuperaron 3 artículos, de los cuales se seleccionaron 2.

"Parálisis cerebral" AND Niño AND "Rehabilitacion" OR "Fisioterapia" OR "Modalidades de fisioterapia" AND "Entrenamiento de Fuerza". Se recuperaron 4 artículos, de los cuales se seleccionaron 2.

"Parálisis cerebral" AND Niño AND "Rehabilitacion" OR "Fisioterapia" OR "Modalidades de fisioterapia" AND "Fuerza Muscular". Se recuperaron 7 artículos, de los cuales se seleccionaron 5.

➔ Combinación de términos en inglés (MeSH). Se obtuvieron 135 artículos en total:

“Cerebral palsy” AND Child AND “Muscle Strength” AND “Resistance training”. Se recuperaron 14 artículos, de los cuales se seleccionaron 5.

“Cerebral palsy” AND “Muscle Strength” AND “Resistance training”. Se recuperaron 19 artículos, de los cuales se seleccionaron 6.

"Cerebral palsy" AND Child AND "Muscle Strength" AND "Postural Balance". Se recuperaron 8 artículos, de los cuales se seleccionaron 4.

"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Speciality" OR "Rehabilitation" AND "Resistance training" AND "Cerebral palsy". Se recuperaron 23 artículos, de los cuales se seleccionaron 9.

"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Speciality" AND "Cerebral palsy" AND "Resistance training". Se recuperaron 4 artículos, de los cuales se seleccionó 1.

"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Speciality" AND "Cerebral palsy" AND "Resistance training" AND "Muscle Strength". Se recuperó 1 artículo, del cual se seleccionó 1.

"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Speciality" OR "Rehabilitation" AND "Cerebral palsy" AND "Resistance training". Se recuperaron 29 artículos, de los cuales se seleccionaron 9.

“Physical Therapy Modalities” OR “Physical Therapy Speciality” OR “Rehabilitation” AND “Muscle Strength” AND “Cerebral palsy”. Se recuperaron 37 artículos, de los cuales se seleccionaron 15.

→ Combinación de términos libres. Se obtuvieron 21 artículos en total:

"Cerebral palsy" AND "Pediatric Balance Scale" AND "Scales" Se recuperaron 5 artículos, de los cuales se seleccionaron 2.

"Cerebral palsy" AND "Pediatric Balance Scale" AND Validity. Se recuperaron 12 artículos, de los cuales se seleccionaron 2.

"Cerebral palsy" AND "Sit to Stand Test" AND "Validation Study". Se recuperaron 2 artículos, de los cuales se seleccionó 1.

"Cerebral palsy" AND "Kinovea" 2. Se recuperaron 2 artículos, de los cuales se seleccionó 1.

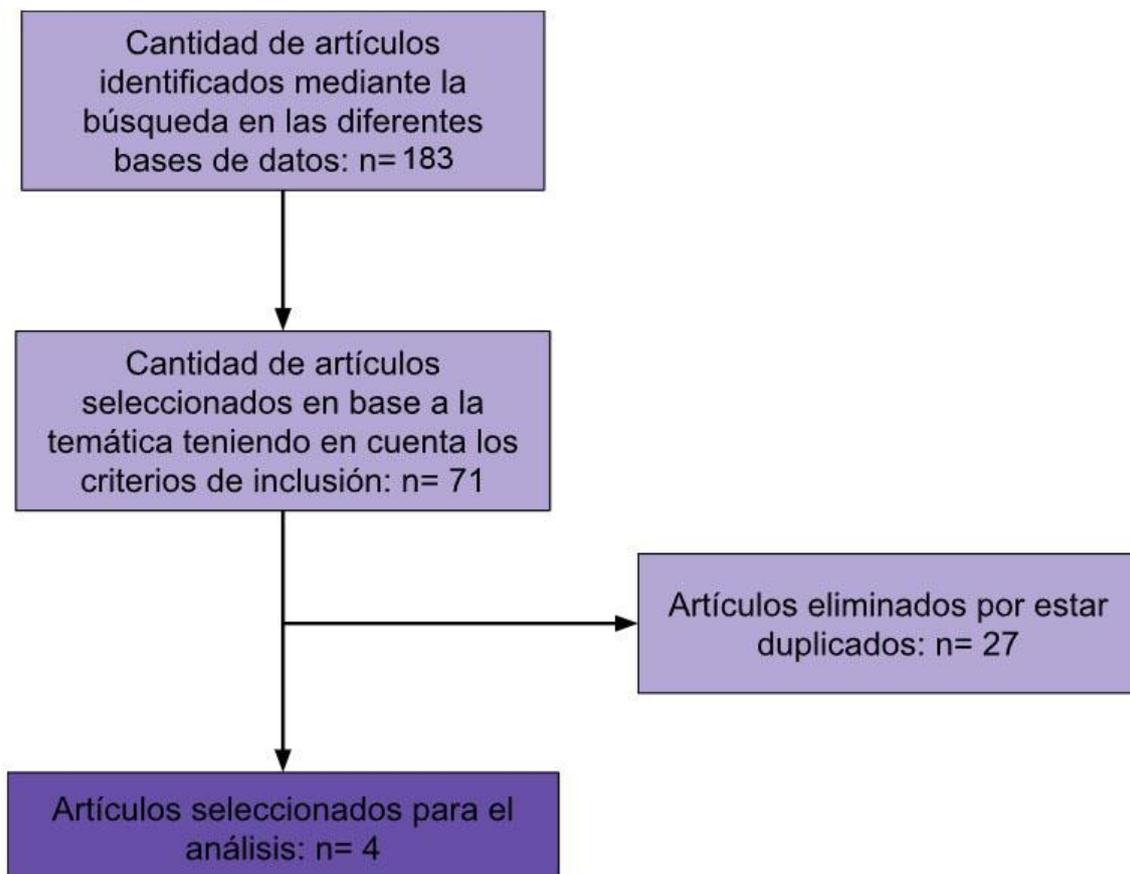


Figura 4. Diagrama de flujo de búsqueda bibliográfica.

## **V.c Generalidades del caso:**

### **V.c.1 Diseño metodológico de evaluaciones y tratamiento:**

Este estudio se centra en un caso clínico de un niño que concurre desde temprana edad al Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti en la Ciudad de Santa Fe, durante un período de ocho semanas.

Durante el estudio, el niño participó en sesiones de rehabilitación tres veces por semana, cada una con una duración de cuarenta minutos. El periodo de estudio abarcó desde el primer día de evaluación (día 1) hasta el último día de evaluación (día 54), durante el cual se programaron un total de 24 sesiones. Sin embargo, el niño pudo asistir únicamente a 15 de estas sesiones. Las ausencias se debieron a condiciones climáticas adversas y problemas personales, incluyendo dentro de las mismas, dos días feriados.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Paciente con ECNE de la ciudad de Santa Fe.
- GMFCS III (Gross Motor Function Classification System).
- Paciente que esté realizando la rehabilitación en el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti.
- Paciente de edad entre 6 y 18 años.

### **V.c.2 Instrumentos de evaluación:**

Las escalas de evaluación y los tests utilizados se seleccionaron a fin de poder dar respuesta a los objetivos del estudio. Estos incluyen el Sit to stand test, la Pediatric Balance Scale (PBS), el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) y el software Kinovea.

Se ha realizado la búsqueda pertinente a fin de garantizar que las evaluaciones sean acordes y validadas. En el marco teórico se proporciona una descripción detallada de las mismas.

## **V.d Caso clínico:**

### **V.d.1 Presentación del caso clínico:**

Durante su primer año de vida, el niño recibió terapia ocupacional y kinesiología en el hospital “Dr. Orlando Alessia”. A la edad de dos años, continuó con kinesiología en el centro de salud policlínico Centenario. Sin embargo, sus padres decidieron interrumpir el tratamiento en ese centro y buscaron atención en el hospital de rehabilitación Vera Candiotti.

Al momento de iniciar las evaluaciones para este estudio, el niño tiene ocho años de edad. Desde los dos años, cuando fue derivado por el servicio de neurología pediátrica, ha recibido rehabilitación en el mencionado efector, donde actualmente, continúa su proceso de rehabilitación. Desde temprana edad ha sido evaluado y tratado por fisioterapia, participando activamente en terapia ocupacional, psicología, psicopedagogía, fonoaudiología y terapia física. Estos dos últimos servicios han sido especialmente relevantes debido a las características clínicas del niño.

En cuanto a lo educativo, el niño está escolarizado, pero no alfabetizado. Actualmente está en tercer grado, que es el nivel educativo acorde a su edad.

En cuanto a la situación socioeconómica y habitacional, vive con su padre, quien es el único sostén económico de la familia, así como con su madre y tres hermanas. Su hogar, ubicado en el barrio Centenario, cuenta con servicios básicos como luz eléctrica, agua corriente y cloacas. La vivienda presenta ciertos desniveles que dificultan el movimiento del paciente. Estos desniveles dificultan el desplazamiento independiente del niño, obligando a su madre a trasladarlo con frecuencia debido a las características estructurales de la vivienda.

### **V.d.2 Diagnóstico clínico y antecedentes:**

El diagnóstico es de ECNE tipo cuadriplejia espástica, con mayor funcionalidad del miembro superior izquierdo, mientras que los otros miembros presentan mayor afectación.

Presenta un nivel III en la Clasificación Gross Motor Function (GMFCS). Esto significa que utiliza aparatos de movilidad para desplazarse en entornos interiores. Para recorrer distancias largas, el niño suele utilizar dispositivos de movilidad con ruedas. En cuanto a las escaleras, el niño puede subir y bajar con la ayuda de una baranda, bajo supervisión o asistencia física. Las transferencias desde la

bipedestación o desde el suelo a la bipedestación requieren la asistencia física de una persona o el uso de una superficie de apoyo.

Antecedentes prenatales: Según los datos presentes en la historia clínica, durante el embarazo, la madre tuvo un embarazo controlado, siendo este su cuarto hijo. Antes de él, el parto de sus hermanos transcurrió sin complicaciones. A las 32 semanas de gestación, la madre sufrió de apendicitis y bradicardia, lo cual afectó al niño.

Antecedentes natales: El niño nació a las 32 semanas de gestación, con un peso al nacer de 2.360 gramos mediante cesárea, con un APGAR de 6/7. Permaneció en neonatología durante 15 días, requiriendo incubadora por 14 días, oxigenoterapia y asistencia respiratoria mecánica durante dos días. Experimentó complicaciones como Neumonía Intrahospitalaria, Ictericia y Síndrome de Distress Respiratorio.

En cuanto al desarrollo de la bipedestación y la marcha, el niño comenzó a bipedestarse al año y medio, y a los 4 años y 11 meses, comenzó a caminar utilizando un andador posterior para el auto desplazamiento, dispositivo ayuda-marcha que continúa utilizando hasta el momento (2024). Para distancias largas, depende de una silla de ruedas, que utiliza desde 2023. No camina de manera independiente.

En lo que respecta a antecedentes ortopédicos, el niño utiliza, durante sus periodos de descanso, valvas ortopédicas y ortesis para tobillo y pie (AFO). Ver figura n° 5. Para la bipedestación, en su casa, usa un bipedestador. Ver figura n° 6.



Figura 5. AFO.



Figura 6. Bipedestador.

En noviembre de 2023, el paciente recibió tratamiento con toxina botulínica en los músculos aductor medio, recto interno, isquiotibiales y gemelos de ambos miembros inferiores, con el objetivo de reducir la espasticidad muscular y facilitar el movimiento. Es importante señalar que, como parte del efecto observado en el

paciente, se realizaron las valoraciones correspondientes para este estudio, habiendo transcurrido 19 días entre la aplicación de la toxina y el inicio de las evaluaciones.

#### **V.d.3 Evaluación kinésica:**

Se realizó una evaluación clínica donde se observa un aumento del tono muscular en los miembros inferiores, junto con acortamiento muscular notable en los aductores e isquiotibiales. Además, se evidencia una debilidad muscular generalizada, especialmente en los aductores, isquiotibiales y la musculatura del tronco.

El niño realiza la marcha con la ayuda de un andador posterior, pero no puede mantener la bipedestación de manera independiente, lo que lo hace dependiente en las actividades de la vida diaria.

#### **V.d.4 Plan terapéutico:**

En el presente trabajo, se han evaluado diversas variables mediante distintas escalas o test: la motricidad gruesa utilizando el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa y el software Kinovea, el equilibrio mediante la Pediatric Balance Scale y la fuerza a través del Sit to Stand.

Duarte NDAC, et al.<sup>27</sup> señalan que “cada participante fue evaluado en dos días no consecutivos por fisioterapeutas previamente entrenados a los objetivos del estudio”. De manera similar, Alimi E, et al.<sup>28</sup> informan que, para medir la fiabilidad test-re-test del PBS, “niños con ECNE espástica fueron evaluados en dos sesiones”. Siguiendo estos enfoques, las evaluaciones de dicho estudio se realizaron al inicio y al final del periodo de evaluación. Además, para obtener una visión más completa de los resultados, la medición de la fuerza se llevó a cabo también a mitad del periodo. Es importante destacar que, dado que se trata de pacientes con ECNE, cuya evolución es lenta, no es recomendable realizar evaluaciones frecuentes, ya que los cambios no serán evidentes en periodos cortos.

En un estudio presentado por Tekin F et al.<sup>29</sup>, se demostró que un tratamiento basado en los conceptos del neurodesarrollo, con una duración de 8 semanas y dos sesiones semanales, mejora significativamente el desempeño motor, el equilibrio y la función en pacientes con ECNE. Basándose en este estudio, y los anteriormente mencionados, se aplicó la misma dosificación, añadiendo un día adicional de tratamiento por semana.

El programa de tratamiento consistió en tres sesiones semanales de 40 minutos cada una, durante un periodo de ocho semanas.

El desarrollo del plan terapéutico en el servicio de fisioterapia pediátrica del hospital estuvo influenciado tanto por las condiciones del niño el día de la sesión como por el entorno en el que se llevaban a cabo las intervenciones. En ocasiones, la duración de la atención se extendía más allá del tiempo programado cuando el contexto lo permitía, mientras que otras veces la sesión concluía antes de lo previsto o se ajustaba debido al estado del niño. Esto conllevó a que, en algunos casos, no se pudieran realizar todas las actividades planificadas para ese día.

Las diferentes técnicas, estrategias de abordaje y ejercicios terapéuticos fueron seleccionados a partir de la búsqueda y lectura bibliográfica. La modalidad de atención se basó en la resolución de problemas y estuvo influenciada por el concepto de neurodesarrollo, adaptándose a las características clínicas y al progreso del niño a lo largo del tratamiento.

A continuación, se detallan las técnicas y estrategias utilizadas durante la rehabilitación:

1. Terapias manuales y movilización pasiva de estructuras: Se realizaron técnicas pasivas para liberar estructuras rígidas que afectan el movimiento adecuado, estimulando así la actividad muscular posterior. Estas técnicas se implementaron al inicio de cada sesión, durante los primeros 10 minutos. Ver figura n° 7.



Figura 7. Terapias manuales y movilización pasiva de estructuras. Izquierda: movilización de tórax. Derecha. terapias manuales sobre isquiotibiales.

2. Estimulación de la musculatura postural sobre diferentes superficies: Durante todo el proceso terapéutico, se emplearon superficies móviles o inestables para estimular la musculatura postural, fundamental para el control postural en diversas funciones.

La modalidad y progresión de estos ejercicios continuó la línea del estudio de El Shemy SA, et al.<sup>29</sup>, y de Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> llevándose adelante los siguientes ejercicios. Ver figuras n° 8 y 9:

- ➔ Contracción isométrica de abdominales en supino, prono y cuadrupedia.
- ➔ Contracción isométrica de abdominales en sedestación y bipedestación.
- ➔ Contracción isométrica de abdominales mientras se está sentado sobre una pelota suiza.
- ➔ Rotación de tronco de lado a lado sobre pelota suiza en posición supina.
- ➔ Giro de tronco sentado sobre la pelota suiza manteniendo el equilibrio.
- ➔ Rotación del tronco con extensión sentado sobre la pelota y en cuadrupedia.
- ➔ Elevación alternada de miembros superiores en posición de cuadrupedia.
- ➔ Plancha sobre pelota suiza.



Figura 8. Estrategias terapéuticas tendientes a activar musculatura postural del tronco.



Figura 9. Estrategias terapéuticas tendientes a activar musculatura postural del tronco.  
Izquierda: Rotación del tronco con extensión sentado sobre la pelota. Derecha: rotación del tronco con extensión en cuadrupedia.

3. Ejercicios de fortalecimiento muscular: En el apartado “Revisión bibliográfica”, se han presentado diferentes trabajos que analizan los diferentes efectos de la implementación de ejercicios tendientes a fortalecer la musculatura. A partir de dichos trabajos, se planificaron tres ejercicios de fortalecimiento por sesión. Los

mismos se realizaron con una progresividad y dificultad creciente, y se estructuraron generalmente en 3 series de 8 a 12 repeticiones.

Para la aplicación de los ejercicios se tomó como guía las conclusiones a las que arribaron Daly C, et al.<sup>31</sup> priorizando la indicación de actividades unipodales y con carga de peso, por lo cual se aplicaron los siguientes ejercicios. Ver figura n° 10:

- ➔ Puente unilateral y bilateral.
- ➔ Ejercicio de pararse y sentarse sobre superficies estables e inestables.



Figura 10. Estrategias terapéuticas de fortalecimiento. Izquierda: puente bilateral. Centro: puente unilateral. Derecha: Ejercicio de pararse y sentarse sobre la pelota suiza.

4. Facilitación de la marcha: Esta técnica se llevó a cabo generalmente durante los últimos diez minutos de cada sesión. Se realizaron caminatas asistidas con el paciente, facilitando así, la musculatura extensora de los miembros inferiores, la depresión escapular, el control de pelvis y del tronco superior. Ver figura n° 11.

La intención de dicha parte de la terapia consistió en, que, a través de la terapia basada en el neurodesarrollo, se pueda favorecer la calidad de un patrón funcional de movimiento (en este caso la marcha), y de esa manera incorporar los ejercicios de fortalecimiento en una actividad de la vida diaria.



*Figura 11. Estrategias terapéuticas destinadas a la facilitación de la marcha.*

En resumen, cada sesión de estructuraba de la siguiente manera:

- ➔ Se dedicaban los primeros diez minutos a la preparación de tejidos blandos y estructuras de manera pasiva.
- ➔ Durante los siguientes veinte minutos, se llevaban a cabo diversos ejercicios diseñados para fortalecer los músculos de las extremidades inferiores y activar la postura del tronco. Estos ejercicios incluían entre tres y cuatro movimientos de progresión y dificultad creciente.
- ➔ Se dedicaban los últimos diez minutos de la sesión a la facilitación de la marcha.

## **VI.Resultados:**

### **VI.a Revision bibliográfica:**

El presente apartado tiene como objetivo presentar la bibliografía, los artículos y la evidencia científica que respaldan y fundamentan las decisiones terapéuticas adoptadas en el caso clínico descrito.

Se recuperaron un total de 183 artículos mediante las combinaciones de búsqueda utilizadas. De estos, 71 cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Tras eliminar los artículos duplicados, se conservaron 4 artículos para el análisis de la problemática.

En primer lugar, es fundamental destacar que el enfoque de tratamiento para el caso clínico en cuestión se centra en el tratamiento basado en el neurodesarrollo (como se menciona en el abordaje pediátrico).

Teniendo como premisa lo anteriormente mencionado y, además de ello, los objetivos específicos del trabajo, a continuación, se presentan trabajos que han investigado los efectos que generan diversos abordajes en pacientes con ECNE.

Autor, título y año.	Tipo de estudio.	Población.	Intervención.	Variables.	Resultados.
<p>Daly C. et al.<sup>31</sup>                      “Determining the most effective exercise for gluteal muscle activation in children with cerebral palsy using surface electromyography. Gait Posture”. 2019.</p>	<p>Ensayo clínico.</p>	<p>Diez niños (5 mujeres y 5 varones) entre 7 a 17 años de edad, clasificados como GMFCS I o II fueron asignados por tener un control deficiente del complejo lumbo-pélvico.</p>	<p>Seis ejercicios de fortalecimiento de glúteos. Los ejercicios evaluados fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Clam (almeja)</li> <li>. Lunge (estocada)</li> <li>. Squat (sentadilla bipodal).</li> <li>. Step-up (subir al cajón).</li> <li>. Single leg bridge (puente unipodal).</li> <li>. Prone hip knee extension (extension de cadera)</li> </ul> <p>Se realizaron cuatro repeticiones de cada ejercicio.</p>	<p>Se evaluó la activación de los músculos glúteo medio (GMed) y glúteo mayor (GMax) en la extremidad más afectada (electromiografía) en niños/as con ECNE.</p>	<p>Los ejercicios en cadena cinética cerrada (favoreciendo la carga de peso) y unipodales, principalmente el de puente unipodal y step-up (subir al cajón), son los más efectivos para activar, y así fortalecer, la musculatura glútea, generalmente deficiente en pacientes con ECNE.</p> <p>Se observó diferencias significativas entre los seis ejercicios: para la activación del glúteo mayor (<math>p = 0.0001</math>) y el glúteo medio (<math>p = 0.0023</math>).</p>

Autor, título y año.	Tipo de estudio.	Población.	Intervención.	Variables.	Resultados.
<p>Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> Effects of a core stability exercise program on balance and coordination in children with cerebellar ataxic cerebral palsy. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2022.</p>	<p>Ensayo clínico.</p>	<p>Treinta y seis niños, entre 5 a 9 años de edad, con diagnóstico de ECNE ataxia cerebelosa, clasificados como GMFCS IV fueron asignados aleatoriamente a un grupo de control y a un grupo de intervención durante 2 meses de seguimiento.</p>	<p>El grupo de control recibió un programa de fisioterapia estándar tres veces por semana (1 hora por sesión) durante dos meses, mientras que el grupo de intervención recibió un programa de estabilidad central durante 30 min, además del programa de fisioterapia seleccionado.</p> <p>La frecuencia de las repeticiones de cada ejercicio dependía de la tolerancia del niño y se incrementaron según la capacidad del niño.</p>	<p>Se evaluó el equilibrio (sistema de puntuación de equilibrio [HUMAC]), la coordinación (Prueba de Competencia Motora de Bruininks-Oseretsky [BOT-2]) y la gravedad de la ataxia (Escala de evaluación y calificación de la ataxia [SARA]) en niños con ECNE atáxica cerebelosa. ECNE.</p>	<p>Se encontraron reducciones estadísticamente significativas en la gravedad de la ataxia, así como una mejora en el equilibrio y la coordinación en ambos grupos, con efectos más fuertes observados en el grupo de intervención</p> <p>No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos antes de la intervención en ninguna de las variables medidas (<math>P &gt; 0,05</math>). Sin embargo, después de la intervención, se observó una mejoría estadísticamente significativa en todas las variables medidas (<math>P &lt; 0,05</math>). Las mejoras fueron las siguientes:</p> <p>Coordinación (<math>p = 0,002</math>) Equilibrio (<math>p = 0,0001</math>) Gravedad de la ataxia (<math>p = 0,0001</math>)</p> <p>Además, después de la intervención, se identificó una diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos, con efectos más pronunciados en el grupo de intervención en todas las variables medidas (<math>P &lt; 0,05</math>). Las diferencias observadas fueron:</p> <p>Coordinación (<math>p = 0,0001</math>) Equilibrio (<math>p = 0,0001</math>) Gravedad de la ataxia (<math>p = 0,0003</math>).</p>

Autor, título y año.	Tipo de estudio.	Población.	Intervención.	Variables.	Resultados.
<p>El Shemy SA, et al.<sup>29</sup> “Trunk endurance and gait changes after core stability training in children with hemiplegic cerebral palsy” 2019.</p>	<p>Ensayo clínico.</p>	<p>Treinta niños entre 10 a 12 años (17 varones y 13 mujeres), con diagnóstico de ECNE hemipléjica espástica, clasificados como GMFCS II, fueron asignados aleatoriamente a un grupo control y a un grupo de intervención.</p>	<p>El grupo control recibió un programa de fisioterapia diseñado tres veces por semana (1 hora) durante 8 semanas, mientras que el grupo de intervención recibió ejercicios de estabilidad central tres veces por semana (45 minutos) durante 8 semanas, además del programa de fisioterapia diseñado.</p>	<p>Se evaluó la resistencia isométrica de la musculatura del tronco (prueba de resistencia flexora, extensora y puente lateral derecho e izquierdo, valorando el tiempo de permanencia en cada posición) y los parámetros de marcha (longitud de paso, velocidad de marcha y tiempo de apoyo sobre el lado afectado, los cuales se valoraban digitalmente en una cinta para marcha) en niños con ECNE.</p>	<p>Ambos grupos mostraron mejoras estadísticamente significativas después del tratamiento en el tiempo de resistencia de los flexores y extensores de tronco y en los parámetros de la marcha. Sólo el grupo de intervención mejoró significativamente el tiempo de resistencia de la musculatura lateral del tronco. Y, principalmente, el grupo de intervención mejoró significativamente con respecto al grupo control en todos los parámetros evaluados (<math>p=0,0001</math> en todas las variables).</p>

Autor, título y año.	Tipo de estudio.	Población.	Intervención.	Variables.	Resultados.
<p>Chaovalit S, et al<sup>32</sup> “Sit-to-stand training for self-care and mobility in children with cerebral palsy” 2021.</p>	<p>Ensayo clínico.</p>	<p>Treinta y ocho niños (19 mujeres, y 19 varones), entre 4 a 12 años, con diagnóstico de ECNE, clasificados como GMFCS III o IV y sus cuidadores, fueron asignados aleatoriamente a un grupo control y a un grupo de intervención.</p>	<p>El grupo control recibió fisioterapia de rutina, el cual consistió en entrenamiento de equilibrio y marcha con la ortesis del dispositivo de asistencia que el niño usaba normalmente, durante 30 minutos cinco veces por semana durante 6 semanas, mientras que el grupo de intervención recibió 30 minutos de un programa de entrenamiento de fuerza de ejercicios de sentarse y levantarse de acuerdo con los principios del entrenamiento específico de la tarea, además del programa de fisioterapia seleccionado.</p> <p>Cada sesión tenía una duración total de 60 minutos. Para el grupo experimental, el tiempo se dividía en 30 minutos de fisioterapia de rutina y 30 minutos de entrenamiento específico para el ejercicio de sentarse y levantarse. Por otro lado, el grupo control recibió 30 minutos de fisioterapia regular y 30 minutos de compresas calientes y estiramientos.</p>	<p>Se evaluó el autocuidado y la movilidad (dominios de autocuidado y movilidad de la Medida de Independencia Funcional para Niños [WeeFIM]) y el tiempo necesario para realizar el ejercicio de levantarse y sentarse en una silla cinco veces lo más rápido posible (Five Times Sit-to-Stand Test [FTSST]), así como el Índice de Tensión del Cuidador Modificado (MCSI).</p>	<p>Un programa de ejercicios de sentarse y levantarse para niños con ECNE mejoró el desempeño en esta actividad y produjo pequeñas mejoras en el autocuidado y la movilidad, al tiempo que reducía la tensión del cuidador.</p> <p>El autocuidado en el grupo de intervención aumentó en 2,2 unidades, con un intervalo de confianza (IC) del 95% de 1,3 a 3,1. La movilidad también mejoró en 2,2 unidades en el mismo grupo, con un IC del 95% de 1,4 a 3,0, en comparación con el grupo de control.</p> <p>Además, el tiempo en el Five Times Sit-to-Stand Test (FTSST) se redujo en 4,0 segundos, con un IC del 95% de -4,7 a -3,2. El Índice de Tensión del Cuidador Modificado (MCSI) disminuyó en 0,8 unidades, con un IC del 95% de -1,2 a -0,4, en comparación con el grupo de control.</p>

Daly C, et al.<sup>31</sup> evaluaron seis ejercicios de fortalecimiento de glúteos. Ver figura n°12.

1. Clam (almeja): en decúbito lateral, rodilla y tobillos juntos, flexión de rodilla de 90°. Se eleva la rodilla superior lo máximo que se pueda manteniendo la pelvis perpendicular con respecto a la superficie.
2. Lunge: ejercicio de estocada. Los miembros superiores sólo como soporte, no cargan peso.
3. Squat: ejercicio de sentadillas bipodal. Extremidades superiores con similares funciones a ejercicio anterior.
4. Step-up (SU): subir al cajón (de una altura regulable hasta la mitad de la pierna) con una pierna.
5. Single leg bridge (SLB): puente unipodal con control en el descenso. No se permite rotación pélvica.
6. Prone hip knee extension (PHKE): extensión de la cadera como se observa en la imagen, partiendo desde una posición de flexión de 90°. No se permite rotación pélvica.



*Figura 12. Ejercicios evaluados, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: clam, lunge, squat, step-up, single leg bridge, prone hip knee extensión <sup>28</sup>.*

Los autores, concluyen que los ejercicios en cadena cinética cerrada (favoreciendo la carga de peso) y unipodales, principalmente el de puente a una sola pierna y step-

up, son los más efectivos para activar, y así fortalecer, la musculatura glútea, generalmente deficiente en pacientes con PC. Y, por último, recomiendan aplicar estos ejercicios a planes de entrenamiento a fin de investigar si son eficaces en estimular el fortalecimiento

Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> y ElShemy SA, et al.<sup>29</sup> realizaron un programa de estabilidad central. Ver tabla n°2 y 3. Los autores concluyen que, la adición al abordaje basado en el neurodesarrollo de un entrenamiento para fortalecer la estabilidad del tronco favorece la resistencia de la musculatura postural, así como la coordinación y el equilibrio.

DESCRIPCIÓN	REPETICIÓN
Contracción abdominal con doble rodilla en el pecho	10-15 veces
Giro de tronco mientras se está sentado sobre un balón medicinal	10-15 veces
Acostado en posición supina sobre un balón medicinal y girando el tronco de lado a lado	10-15 veces
Acostado en posición supina sobre una colchoneta y tirando de las extremidades superiores e inferiores hacia arriba	10-15 veces
Puente desde una posición supina sobre la pierna izquierda, mientras se levanta la pierna derecha	10-15 veces
Puente desde una posición supina sobre la pierna derecha, mientras se levanta la pierna izquierda	10-15 veces
Posición cuadruplicada: elevación del miembro superior derecho y miembro inferior izquierdo	5 minutos
Posición cuadruplicada: elevación del miembro superior izquierdo y miembro inferior derecho	5 minutos

Tabla 2. Ilustración del programa de estabilidad central propuesto por Elshafey MA<sup>30</sup>.

SEMANAS	DESCRIPCIÓN
PRIMERA Y SEGUNDA	1- Contraer los músculos abdominales desde la posición supina . 2- Contraer los músculos abdominales desde la posición prona. 3- Contraer los músculos abdominales desde la posición en cuclillas.
TERCERA	1- Contraer los músculos abdominales desde la posición supina con una pierna estirada y la otra doblada por la rodilla y presionada contra el abdomen. 2- Contraer los músculos abdominales desde la posición prona con una pierna estirada y el otro doblado por la rodilla y presionado contra el abdomen. 3- Puente lateral para cada lado del cuerpo.
CUARTA	1- Contraer los músculos abdominales mientras se está acostado en posición supina y tirar de las extremidades hacia arriba con los brazos y las piernas mantenidos juntos. 2- Desde la posición en cuclillas, se levanta una pierna y se tira hacia afuera y hacia atrás. 3- Rotación del tronco mientras se sostienen pesas en cada mano.
QUINTA	1- Contraer los músculos abdominales mientras se está sentado sobre una pelota suiza. 2- Ponerse en cuclillas mientras la pelota suiza está sobre el hombro. 3- Levantar los brazos y las piernas simultáneamente desde la posición boca abajo.
SEXTA	1- Inclinarsse 45 grados hacia la izquierda o hacia la derecha. 2- Hacer puentes mientras los hombros y las manos están en el suelo y una pierna levantada. 3- Contraer los músculos abdominales mientras se está acostado en posición supina sobre la pelota suiza.
SEPTIMA	1- Girar el tronco hacia los lados mientras se está acostado en decúbito supino sobre la pelota suiza. 2- Sostener pesas en las manos y repetir el ejercicio anterior. 3- Puente tumbado de lado con elevación de la pierna.
OCTAVA	1- Sosteniendo el abdomen hacia adentro y levantando una pierna mientras se está acostado en decúbito supino sobre la pelota suiza. 2- Levantar el brazo y la pierna opuestos mientras estás en cuclillas. 3- Puente mientras los pies están colocados sobre la pelota suiza y levanta una pierna.

*Tabla 3. Ilustración del programa de estabilidad central propuesto por Elshemy SA<sup>29</sup>.*

Luego del análisis de los resultados de los artículos científicos recolectados, se observa que, en los grupos experimentales, se lograron cambios significativos en las variables evaluadas.

Los autores Chaovalit S, et al.<sup>32</sup> y Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> coinciden en la evaluación de la variable de equilibrio en sus estudios, demostrando mejoras notables en el equilibrio y la coordinación en niños con ECNE espástica. Elshafey MA, et al<sup>30</sup> afirma que el entrenamiento de estabilidad del núcleo mejora la capacidad del sistema nervioso para predecir la pérdida de equilibrio, activando la musculatura del tronco mediante la estimulación de la propiocepción. De manera similar, Chaovalit S, et al.<sup>32</sup> incluye en ambos grupos el entrenamiento del equilibrio en posición sentada y de pie, con progresiones que implican cambios en la base de apoyo. Como resultado, se obtuvieron mejoras significativas en la capacidad de los niños para sentarse y levantarse, así como en su independencia en el autocuidado y la movilidad.

Una diferencia importante entre ambos estudios radica en la duración y frecuencia del tratamiento. Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> implementaron su intervención durante un período de dos meses con sesiones realizadas tres veces por semana. En contraste, Chaovalit S, et al.<sup>32</sup> llevaron a cabo un programa de entrenamiento de cinco sesiones semanales durante seis semanas. A pesar de estas diferencias en la metodología, ambos estudios reportaron mejoras significativas en el equilibrio y la coordinación, lo que sugiere que el entrenamiento del equilibrio es una intervención efectiva para mejorar la función motora en niños con ECNE, independientemente de la variabilidad en la duración y frecuencia del tratamiento.

En los artículos de Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> y Daly C, et al.<sup>31</sup> también se observan similitudes, particularmente en la ejecución de ejercicios como el puente unilateral y la extensión de la extremidad inferior en posición cuadrúpeda. Ambos autores destacan que estos ejercicios, al ser de cadena cinética cerrada y unipodales, generan una alta activación muscular en los glúteos, lo que es fundamental para mejorar la marcha. Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> resalta que los ejercicios que implican mayor activación electromiográfica son cruciales para la rehabilitación motora en niños con ECNE, lo que es consistente con las conclusiones de Daly C, et al.<sup>31</sup>.

Finalmente, los artículos de El Shemy SA et al.<sup>29</sup> y Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> presentan similitudes al centrarse en un programa de entrenamiento de la resistencia de la musculatura flexora y extensora del tronco. Ambos estudios reportaron cambios significativos en las variables evaluadas, subrayando la importancia de incluir la estimulación de la estabilidad central. Según los autores, este enfoque no solo mejora la fuerza muscular, sino que también optimiza la estabilidad y resistencia del tronco, lo que a su vez mejora el movimiento de las extremidades durante actividades estáticas y dinámicas.

A pesar de las diferencias en la metodología y enfoque entre los estudios, todos coinciden en que el entrenamiento dirigido al equilibrio y la estabilidad del tronco es esencial para mejorar la función motora en niños con ECNE. Las mejoras observadas en el equilibrio, coordinación y fuerza muscular reflejan la efectividad de estas intervenciones, lo que sugiere que podrían ser componentes clave en los programas de rehabilitación para esta población.

**VI.b Fuerza: Sit to stand test:**

En la siguiente tabla se muestran los resultados generales de las evaluaciones realizadas en los días 1 (inicio), 38 y 54 (final) del proceso terapéutico.

MEDICIONES (segundos)	Primer intento	Segundo intento	Tercer intento	Promedio
Día 1	35,63	31,76	22,94	<b>30,11</b>
Día 38	21,3	24,16	20,8	<b>22,09</b>
Día 54	19,39	23,61	21,31	<b>21,44</b>

Tabla 4. Resultados Sit ti stand test.

Al comparar los promedios de las tres mediciones en la tabla n° 4, se observa una mejora en la variable de fuerza. La diferencia entre el promedio de la primera medición (30,11 segundos) y el promedio de la última medición (21,44 segundos) es de 8,67 segundos, lo que refleja una mejora en la fuerza medida a lo largo del período de evaluación.

En el siguiente gráfico se observa con detalle la evolución en la fuerza de MMII.

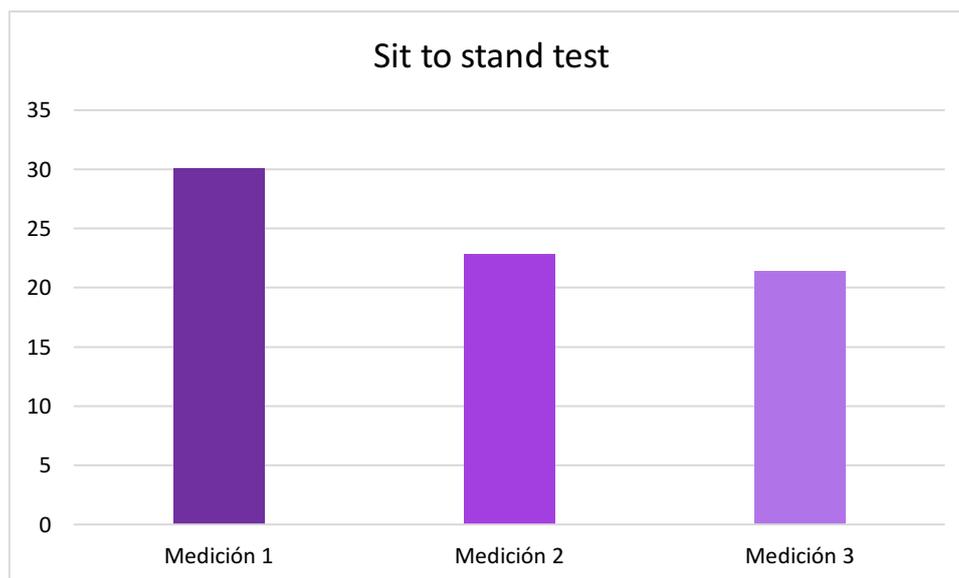


Gráfico 1. Resultados del Sit to stand test.

Cabe destacar que, para las tres evaluaciones, el paciente requirió el uso de su andador posterior, dispositivo ayuda marcha que utiliza diariamente.

**VI.c Equilibrio: Pediatric Balance Scale (PBS):**

En la siguiente tabla se observan en detalle cada ítem de la escala:

PEDIATRIC BALANCE SCALE (PBS)		
Ítem a evaluar	Evaluacion inicial (día 1)	Evaluacion final (día 54)
1. De sedestación a bipedestación	3	3
2. De bipedestación a sedestación	3	3
3. Transferencias	2	3
4. Bipedestación sin apoyos	0	0
5. Sedestación sin apoyos	4	4
6. Bipedestación con los ojos cerrados	0	0
7. Bipedestación con los pies juntos	0	0
8. Bipedestación con un pie adelantado	0	0
9. Monopedestación	0	0
10. Giro de 360 grados	0	0
11. Girarse para mirar atrás	0	0
12. Coger objeto suelto	0	0
13. Colocar alternativamente los pies en un escalon	0	0
14. Inclinación hacia delante con brazo extendido	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

*Tabla 5. Resultados del PBS.*

Las pruebas se llevaron a cabo en el primer y último día de nuestra asistencia al hospital de rehabilitación Vera Candiotti. Durante estas evaluaciones, se observó una mejora únicamente en las pruebas de transferencias. En la primera medición, el puntaje obtenido fue de 2, mientras que en la segunda medición mejoró a 3.

En cuanto a las otras pruebas realizadas, no se detectaron diferencias entre ambas mediciones.

**VI.d Motricidad gruesa: Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa – Software Kinovea:**

El primer día de asistencia al hospital, al evaluar la motricidad gruesa, el niño presentó un GMFCS nivel III, sin cambios observados en la última evaluación realizada el día 54.

Por otro lado, el registro fílmico facilitó una visualización del movimiento mediante el uso del programa Kinovea, a lo largo del tratamiento.

Se analizaron algunos ángulos en el plano sagital, cuyas imágenes se presentan en la figura n° 13:



*Figura 13. Ángulos en plano sagital. Evolución desde el primer día (izquierda) al último día de sesión (derecha).*

Se observaron mejoras tanto en la extensión de la articulación de la cadera como en la de la rodilla a medida que progresaron las evaluaciones, siendo más notable la mejoría en la extensión de rodilla. En los vídeos se observan con mayor claridad estos cambios, como la rotación del tronco, que incrementa su amplitud durante la ejecución del movimiento.

## VII. Discusión:

El presente estudio se enfocó en evaluar los efectos de un entrenamiento de fuerza en un niño con ECNE tipo cuadriplejia espástica. La revisión bibliográfica existente antes del inicio del estudio reveló que los programas de fortalecimiento son frecuentemente recomendados para pacientes con ECNE debido a su capacidad para mejorar la función motora, equilibrio, coordinación, fuerza muscular y la calidad de vida. Estos estudios apoyan la idea de que el entrenamiento de fuerza puede ser un componente crucial en los programas de rehabilitación para este tipo de pacientes.

Cabe destacar que el niño, previo al estudio, recibió tratamiento con toxina botulínica, dirigido a los músculos aductor medio, recto interno, isquiotibiales y gemelos de ambos miembros inferiores. Este tratamiento se implementó con el objetivo principal de mejorar la espasticidad muscular que presenta el paciente debido a su condición, y de esta manera, facilitar el movimiento y la funcionalidad en las extremidades afectadas. El entrenamiento de fuerza realizado tras la administración de toxina botulínica ha demostrado ser altamente beneficioso para el niño. Este enfoque combinado ha permitido aprovechar al máximo los efectos del tratamiento con bótox, ya que la reducción de la espasticidad muscular ha facilitado la ejecución de ejercicios de fortalecimiento.

La aplicación de entrenamiento de fuerza en niños o adolescentes con ECNE espástica ha sido motivo de debate, ya que se creía que este tipo de tratamiento podría generar efectos adversos o negativos en la espasticidad, lo que ha llevado a la necesidad de realizar más investigaciones y obtener un mayor nivel de evidencia para determinar sus efectos. Durante la búsqueda bibliográfica, se encontró un artículo científico en el que el autor Merino Andres J, et al.<sup>26</sup> realizó un metaanálisis profundizando en esta temática. En dicho artículo, el autor concluyó que el entrenamiento de fuerza no altera ni tiene efectos adversos sobre la espasticidad. Además, algunos autores aportan datos que no muestran ningún empeoramiento de la espasticidad, mientras que otros simplemente afirman desde el principio que la espasticidad no aumentará con el entrenamiento de fuerza. Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza debe tenerse en cuenta en la planificación del tratamiento para estos pacientes, ya que podría ofrecer grandes beneficios sin riesgos añadidos.

A continuación, se discuten los resultados obtenidos en relación con los objetivos de la tesina y se contextualizan dentro de la literatura científica existente.

Respecto al incremento en la fuerza muscular, Daly C, et al.<sup>31</sup> identificaron que la activación muscular de los glúteos es fundamental para mejorar la marcha en los niños con ECNE, como el puente unipodal y el step-up. Los autores concluyen que las actividades y/o ejercicios en cadena cinética cerrada y monopodales ayudan a reclutar de manera óptima dicha musculatura, esenciales para niños con ECNE. Este principio y los ejercicios propuestos por los autores fueron utilizados en el presente trabajo, tal como se observa en las imágenes del apartado correspondiente, donde la mejora en la fuerza muscular observada en nuestro estudio refuerza la importancia de estos ejercicios para el desarrollo de la fuerza y la funcionalidad en esta población. Esto se refleja en el análisis de los resultados del Sit to Stand test, que mostró una disminución en el tiempo promedio entre la primera y la última medición de 8,67 segundos (28,8%). Este hallazgo es consistente con el trabajo de Chaovalit S, et al.<sup>32</sup>, que observó mejoras en la movilidad y en el tiempo necesario para realizar el ejercicio de levantarse y sentarse en niños con ECNE. La mejora en estos parámetros puede contribuir a una mayor funcionalidad en actividades cotidianas.

En los estudios de El Shemy SA, et al.<sup>29</sup> y Elshafey MA, et al.<sup>30</sup> se realizaron actividades en planos inestables y de manera progresiva buscando la activación de la musculatura del tronco. Estos hallazgos sugieren la importancia de un tronco fuerte y estable para el control motor global, el equilibrio y la marcha, lo que fue considerado en la selección de los ejercicios del presente estudio, como se observa en el desarrollo del plan terapéutico. Aunque los resultados de este estudio no muestran mejoras en la motricidad gruesa y en el equilibrio, según las evaluaciones del GMFCS y PBS, durante el período analizado, los ejercicios realizados han demostrado ser beneficiosos al mejorar la fuerza muscular del niño, lo que puede favorecer a una mayor funcionalidad en sus actividades diarias. Además, se observó una mejora en el movimiento del paciente tras la intervención, registrado mediante el uso del Kinovea, lo que resalta la importancia de tener en cuenta estos aspectos en futuras investigaciones y en la planificación de tratamientos para esta población. La falta de cambios en las evaluaciones podría deberse a que, en pacientes con un GMFCS nivel III, es muy difícil observar mejoras notables; y cuando ocurren, suelen ser leves y no sustanciales. Además, estos progresos tienden a ser temporales, como sucede en contextos postquirúrgicos o tras la aplicación de toxina botulínica, como fue el caso en este estudio.

Por otro lado, en el artículo de Kaya Kara O, et al.<sup>33</sup>, se evaluaron diferentes aspectos de la función motora en niños con ECNE unilateral, clasificados en el nivel I

de la GMFCS. Para ello, se midió la función motora gruesa, la fuerza muscular y el equilibrio dinámico mediante el GMFCS, el test de 1 repetición máxima (1RM) y la prueba Timed Up and Go (TUG Test), respectivamente. El grupo experimental realizó un programa de ejercicios pliométricos, que incluía saltos, combinados con fortalecimiento funcional. Los resultados mostraron reducciones significativas en los tiempos del TUG Test, aumentos en los valores de 1RM tanto en las piernas afectadas como en las no afectadas, y un incremento en la fuerza muscular de los cuádriceps, isquiotibiales, dorsiflexores y flexores plantares en ambas piernas. Sin embargo, al evaluar al niño del caso clínico con diagnóstico de cuadriplejia espástica y clasificado con un GMFCS tipo III, se determinó que no era apto para aplicar esta estrategia de intervención debido a sus características clínicas. A pesar de esto, es importante destacar que el entrenamiento de fuerza resistencia progresiva mostró mejoras en la marcha, la función motora gruesa, el equilibrio dinámico, la fuerza muscular y la potencia, por lo que sería beneficioso aplicar el entrenamiento de fortalecimiento funcional combinado con ejercicios pliométrico a pacientes con ECNE. Sin embargo, es fundamental evaluar previamente si las condiciones específicas del niño permiten la realización segura y efectiva de este tipo de entrenamiento.

En los artículos analizados en este trabajo, ninguno incluyó el uso de dispositivos de ayuda para la marcha ni contempló el tratamiento posterior a la aplicación de toxina botulínica. En nuestro caso, sí se emplearon ambos, lo que podría haber influido en los resultados obtenidos, por lo que es esencial que futuras investigaciones se enfoquen en evaluar el impacto de estos factores. Esto permitirá comprender mejor la duración de los efectos en la reducción de la espasticidad y facilitar la identificación de las mejores estrategias de rehabilitación y cuidados posteriores.

Además, se observó una mejora en el movimiento en el niño tras la intervención. Específicamente, se evidenció una mayor extensión del tronco, como de la rodilla. Estos avances sugieren que el tratamiento también contribuyó a mejorar la funcionalidad general del paciente, destacando la importancia de considerar estos aspectos en futuras investigaciones y en la planificación de tratamientos para esta población. Estos cambios se observaron con el uso de Kinovea.

### **VII.a Limitaciones:**

Una de las principales limitaciones de este trabajo fue la tasa de inasistencias, que alcanzó un 37,5%. Este porcentaje es significativo, ya que refleja que no se logró una asistencia completa. Es importante destacar que dos de las nueve inasistencias

se debieron a feriados, mientras que las restantes se atribuyeron a condiciones climáticas adversas y problemas personales. No obstante, la asistencia al 62,5% de los turnos programados puede considerarse favorable, especialmente en comparación con los niveles de cumplimiento de turnos habituales en el servicio en el cual se llevó a cabo este estudio. Además, la situación social y las dificultades relacionadas con el transporte y las responsabilidades laborales de los padres suelen afectar negativamente la asistencia de los pacientes que acuden a rehabilitación en el hospital Vera Candiotti. En este contexto, lograr un porcentaje de asistencia del 62,5% resulta positivo. Es importante también considerar que el niño ha estado en rehabilitación desde los dos años, asistiendo dos o tres veces por semana y trabajando con múltiples profesionales.

Otra de las limitaciones, es que la mayoría de los estudios encontrados se centran en pacientes con niveles GMFCS I y II, mientras que el niño evaluado en el caso clínico se encuentra en el nivel III. Esto plantea la pregunta de por qué los niveles más altos de GMFCS no son evaluados con la misma frecuencia en investigaciones sobre el entrenamiento de fuerza. A pesar de ello, realizamos los ejercicios propuestos para esos niveles, adaptándose a las capacidades del niño. Otra consideración a tener en cuenta fue que solo se evaluó un lado del cuerpo a través del software Kinovea, por lo que podrían obtenerse resultados más completos evaluando ambos lados y otros planos para obtener más información.

## **XI. Conclusión:**

Se han incorporado ejercicios de fortalecimiento muscular analizados y propuestos por diversos autores presentados a lo largo del presente trabajo, lo cual obedeció al primer objetivo específico. Con respecto a ello, se puede sostener que la incorporación de ejercicios de fuerza, tendientes a fortalecer la musculatura de tronco, cintura pélvica y miembros inferiores, genera grandes beneficios. Esto se evidencia en el Sit to Stand test, donde el tiempo promedio entre la primera y la última medición fue de 8,67 segundos (28,8%), lo que refleja una mejora en la fuerza muscular a lo largo del período de evaluación.

Con respecto al segundo objetivo específico, se han presentado los cambios observados en el equilibrio, evaluaciones realizadas mediante el PBS. Cabe destacar que no se registraron variaciones en la mayoría de las pruebas, salvo en las pruebas de transferencias, donde se observó una leve mejoría. En la primera medición, el puntaje obtenido fue de 2, mejorando a 3 en la segunda medición.

Por último, con relación al tercer objetivo específico, no se observaron mejoras en la motricidad gruesa evaluada mediante el GMFCS. Sin embargo, se observaron mejoras en el movimiento, tanto en la extensión de la articulación de la cadera como en la de la rodilla, siendo más notable la mejoría en la extensión de rodilla, resultados que fueron registrados utilizando el software Kinovea.

## IX. Referencias Bibliográficas:

1. Larguía A, Urman J, Savransky R, Canizzaro C, De Luca A, Fayanas C, et al. Consenso argentino sobre parálisis cerebral. Rol del cuidado perinatal. Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá [Internet]. 2000;19(3):120-124. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91219305>
2. Elnaggar RK, Alhowimel A, Alotaibi M, Abdrabo MS, Elshafey MA. Accommodating variable-resistance exercise enhance weight-bearing/gait symmetry and balance capability in children with hemiparetic cerebral palsy: a parallel-group, single-blinded randomized clinical trial. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2022 [octubre de 2024];58(3). Disponible en: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R33Y2022N03A0378>
3. Bobath B, Bobath K. Desarrollo motor en distintos tipos de parálisis cerebral. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2000.
4. Hicks JL, Schwartz MH, Arnold AS, Delp SL. Crouched postures reduce the capacity of muscles to extend the hip and knee during the single-limb stance phase of gait. Journal of Biomechanics [Internet]. 2008 [octubre de 2024];41(5):960–7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002192900800002X>
5. Hainsworth T, Lobo MA. Strength Training for Children with Cerebral Palsy: A review of Current Evidence. Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine. [Internet]. 2022 [citado en octubre 2024];15(2), 215-226.
6. Argüelles PP. Parálisis cerebral infantil. Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica [Internet]. 2008 [octubre de 2024];36(1):271-277. Disponible en: <http://www.psiquiatriainfantil.com.br/escalas/aep/36-pci.pdf>
7. Macias Merlo L, Fagoaga Mata J. Fisioterapia en pediatría. 2ª ed. Madrid : Médica Panamericana, 2018.
8. Macias Merlo ML, Fagoaga Mata J, Pastallé N. Fisioterapia en pediatría. 1ª ed. Madrid : McGraw-Hill. Interamericana, 2002.
9. Bobath K. Base neurofisiológica para el tratamiento de la parálisis cerebral. 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana, 2001.
10. Yi SH, Hwang J, Kim S, Kwon JY. Validity of Pediatric Balance Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. Neuropediatrics [Internet]. 2012 [octubre de 2024];43(06):307–13. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0032-1327774>
11. Gómez López S, Jaimes V H, Palencia Gutiérrez Cervia M, Hernández M, Guerrero A. Parálisis cerebral infantil. Arch Venez Puer Ped [Internet]. 2013 [Octubre 2024];76(1):30-39. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492013000100008&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492013000100008&lng=es)
12. 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. Develop Med Child Neuro [Internet]. 1997 [octubre

- de 2024];39(4):214–23. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
13. Hadders Algra M. Early Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy. *Front Neurol* [Internet]. 2014 [octubre de 2024];5. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2014.00185/abstract>
  14. Johnston TE, Watson KE, Ross SA, Gates PE, Gaughan JP, Lauer RT, et al. Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy: Function and Gait Following Treadmill Training. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2011 [octubre de 2024];53(8):742–50. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2011.03990.x>
  15. Scholtes VA, Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Verschuren O, Tempelaars E, Hensen M, et al. Lower limb strength training in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial protocol for functional strength training based on progressive resistance exercise principles. *BMC Pediatr* [Internet]. 2008 [Octubre de 2024];8(1):41. Disponible en: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2431-8-41>
  16. Ross SA, Engsberg JR. Relationships Between Spasticity, Strength, Gait, and the GMFM-66 in Persons With Spastic Diplegia Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2007 [citado octubre de 2024];88(9):1114–20. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999307004285>
  17. Ohata K, Tsuboyama T, Haruta T, Ichihashi N, Kato T, Nakamura T. Relation between muscle thickness, spasticity, and activity limitations in children and adolescents with cerebral palsy. *Develop Med Child Neuro* [Internet]. 2008 [citado octubre de 2024];50(2):152–6. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2007.02018.x>
  18. Flehmig I. *Desarrollo normal del lactante y sus desviaciones : diagnóstico y tratamiento tempranos*. 1ª ed. Buenos Aires : Médica Panamericana, 1988.
  19. Wang TH, Liao HF, Peng YC. Reliability and validity of the five-repetition sit-to-stand test for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* [Internet]. 2012 [citado octubre de 2024];26(7):664–71. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215511426889>
  20. García Guisado CI, González López Arza MV, Montanero Fernández J. Adaptación transcultural y validación de la versión en español de la Pediatric Balance Scale. *Fisioterapia* [Internet]. 2018 [citado octubre de 2024];40(6):312–8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S021156381830110X>
  21. Salazar AP, Pagnussat AS, Pereira GA, Scopel G, Lukrafka JL. Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [Internet]. 2019 [citado octubre de 2024];23(5):378–86. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1413355518306749>

22. Fernández González P, Koutsou A, Cuesta Gómez A, Carratalá Tejada M, Miangolarra Page JC, Molina Rueda F. Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects. *Sensors* [Internet]. 2020 [citado octubre de 2024];20(11):3154. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/11/3154>
23. Wallis SM. Management of the motor disorders of children with cerebral palsy, 2nd edition. *Archives of Disease in Childhood* [Internet]. 2005 [citado octubre de 2024];90(6):657–8. Disponible en: <https://adc.bmj.com/lookup/doi/10.1136/adc.2004.060897>
24. Merino Andrés J, García De Mateos López A, Damiano DL, Sánchez Sierra A. Effect of muscle strength training in children and adolescents with spastic cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* [Internet]. 2022 [citado octubre de 2024];36(1):4–14. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/02692155211040199>
25. Verschuren O, Ada L, Maltais DB, Gorter JW, Scianni A, Ketelaar M. Muscle Strengthening in Children and Adolescents With Spastic Cerebral Palsy: Considerations for Future Resistance Training Protocols. *Physical Therapy* [Internet]. 2011 [citado octubre de 2024];91(7):1130–9. Disponible en: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20100356>
26. Duarte NDAC, Grecco LAC, Franco RC, Zanon N, Oliveira CS. Correlation between Pediatric Balance Scale and Functional Test in Children with Cerebral Palsy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2014 [citado octubre de 2024];26(6):849–53. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/26/6/26\\_jpts-2013-496/article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/26/6/26_jpts-2013-496/article)
27. Alimii E, Kalantari M, Nazeri AR, Akbarzade Baghban A. Test-retest & Inter-rater Reliability of Persian Version of Pediatric Balance Scale in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Iran J Child Neurol* [Internet]. 2019 [citado octubre de 2024];13(4):163–71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6789081/>
28. Tekin F, Kavlak E, Cavlak U, Altug F. Effectiveness of Neuro-Developmental Treatment (Bobath Concept) on postural control and balance in Cerebral Palsied children. *BMR* [Internet]. 2018 [citado octubre de 2024];31(2):397–403. Disponible en: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/BMR-170813>
29. El Shemy SA. Trunk endurance and gait changes after core stability training in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *BMR* [Internet]. 2018 [citado octubre de 2024];31(6):1159–67. Disponible en: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/BMR-181123>
30. Elshafey MA, Abdrabo MS, Elnaggar RK. Effects of a core stability exercise program on balance and coordination in children with cerebellar ataxic cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact* [Internet]. 2022 [citado octubre de 2024];22(2):172–8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9186458/>

31. Daly C, Lafferty E, Joyce M, Malone A. Determining the most effective exercise for gluteal muscle activation in children with cerebral palsy using surface electromyography. *Gait & Posture* [Internet]. 2019 [citado octubre de 2024];70:270–4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636218309329>
32. Chaovalit S, Dodd KJ, Taylor NF. Sit-to-stand training for self-care and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Develop Med Child Neuro* [Internet]. 2021 [citado octubre de 2024];63(12):1476–82. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcr.14979>
33. Kaya Kara O, Livanelioglu A, Yardımcı BN, Soylu AR. The Effects of Functional Progressive Strength and Power Training in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [Internet]. 2019 [citado octubre de 2024];31(3):286–95. Disponible en: <https://journals.lww.com/00001577-201907000-00016>

**X.Anexo:**

**X.a Consentimiento informado del paciente:**

**DOCUMENTACION DEL PROCESO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**A. información para el participante**

Título del Trabajo: Entrenamiento de fuerza para la reeducación de la marcha en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la Ciudad de Santa Fe.

Profesional responsable: Lic. Speziale, Pablo.

Estamos invitando a participar en el estudio “Entrenamiento de fuerza para la reeducación de la marcha en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) de la Ciudad de Santa Fe” a realizarse en Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti, que tiene como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de un entrenamiento de fuerza en la reeducación de la marcha en un paciente con ECNE de la ciudad de Santa Fe, que puede ser beneficiosa para los niños con Encefalopatía Crónica No Evolutiva y para los profesionales de la salud especializados en neurorrehabilitación.

Usted ha sido diagnosticado con ECNE, puede resultar muy beneficioso para el posterior inicio del tratamiento de una aplicación de entrenamiento de fuerza sobre la reeducación de la marcha. Como parte del estudio se le harán una serie de evaluaciones que consisten en “la prueba de cinco repeticiones de sentarse y pararse” y la medición de las variables temporo-espaciales de la marcha. Los estudios que se le realizarán no implican riesgos ni molestias para usted.

La participación en esta investigación puede ser beneficiosa para usted y se espera que los resultados que se obtengan con el estudio sean beneficiosos para las personas con el problema de salud en estudio.

Su participación es voluntaria; usted tiene el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento si así lo decide, sin que se resienta la atención que se le brinda en el efector. Si usted tiene dudas acerca del estudio o por los estudios realizados puede concurrir cualquier día al hospital y contactar al profesional responsable del estudio para aclarar sus dudas; los datos de los profesionales a cargo figuran en la Hoja de firmas.

La información que se recabe es estrictamente confidencial y se aplicará para dar respuesta a los objetivos del trabajo. En consecuencia, la información que se elabore como resultado de la presente investigación será enunciada en un sentido general y no habrá ninguna referencia a cuestiones individuales o personales.

Los resultados que se logren podrán ser presentados en congresos y/o publicaciones y la identidad del paciente y de su familia no será revelada y su privacidad será preservada.

**DOCUMENTACION DEL PROCESO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**B. Hoja de firmas**

Me explicaron y leí antes de firmar sobre la participación en este trabajo de investigación. Entendí que se trata de “Entrenamiento de fuerza para la reeducación de la marcha en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la Ciudad de Santa Fe” Sé que puedo decidir libremente mi participación en este estudio y que, aunque decida no participar más en algún momento, continuaré recibiendo la atención habitual.

La participación es voluntaria y entendí que toda información personal que se recolecte es confidencial, y que no se me identificará en ningún momento.

He leído y comprendido la información contenida en este formulario; he podido hacer todas las preguntas que creí necesarias. Acepto y doy mi consentimiento a que mi hijo participe del mismo.

Se firman dos ejemplares iguales y se le entrega uno al firmante.

**Tutor legal responsable** .....

Firma.....

Lugar y Fecha.....

Aclaración.....

DNI N°.....

**Profesional que participó del proceso de Consentimiento informado**

Firma.....

Aclaración.....

Lugar y Fecha.....

**Para preguntas o información usted puede tomar contacto con:**

Nombre y apellido.....

Lugar de contacto.....

Teléfono.....

**X.b Carta al director del hospital:**

(Fecha).

*Sr. Director del  
Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti.  
Prof. Dr. Rubén Farias.*

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

Somos Bertotti, Camila y Ortega, Pablo Iván, estudiantes 5to año de la carrera “Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría” de la Universidad del Gran Rosario (UGR-Sede Santa Fe). Nos encontramos realizando nuestro trabajo final de grado titulado **Entrenamiento de fuerza para la reeducación de la marcha en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva de la Ciudad de Santa Fe** cuyo objetivo es “Evaluar los efectos de la aplicación de un entrenamiento de fuerza en la reeducación de la marcha en un paciente con Encefalopatía Crónica No Evolutiva (ECNE) de la ciudad de Santa Fe”. El director a cargo es el Lic. Speziale Pablo.

Nos dirigimos a usted a fin de solicitar autorización para realizar una serie de evaluaciones a un paciente con ECNE que asista al Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti. Las mismas constan de “la prueba de cinco repeticiones de sentarse y pararse” que consiste en medir el tiempo necesario para completar cinco ciclos consecutivos de sentarse y levantarse lo más rápido posible; y “la medición de las variables temporo-espaciales de la marcha” como la longitud, tiempo de paso y zancada, los tiempos de apoyo y de balanceo, así como la cadencia de pasos y la velocidad. El análisis de las misma será por medio de un sistema de estudio por video, formado por dos cámaras. Las mediciones obtenidas, serán analizadas con el programa de Kinovea. Se solicitará a participar al paciente, a través de la confirmación de los padres. Se firmará de consentimiento informado.

Desde ya, muchas gracias. Quedamos a la espera de una respuesta.

[Caamilabertotti@gmail.com](mailto:Caamilabertotti@gmail.com) 3496-417162.

[Pabli.ortega4@gmail.com](mailto:Pabli.ortega4@gmail.com) 3405 40-7760