



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA KINESIOLOGIA

**EFFECTIVIDAD DEL STRETCHING PASIVO MANUAL EN LA  
DISMINUCIÓN DE RECIDIVAS DE PIE EQUINO POST-  
TRATAMIENTO DE YESO SERIADO EN NIÑOS Y NIÑAS  
CON HEMIPARESIA ESPÁSTICA.**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Kinesiología

---

AUTORES: BRIGGITTE ACEVEDO HERNÁNDEZ  
MARGOTH MARTÍNEZ ESQUIVEL

PROFESOR GUÍA: KLGO. PATRICIA CONEJEROS

Temuco, Enero de 2011

## RESUMEN

**Antecedentes y Propósito del Estudio:** El pie equino constituye una de las principales alteraciones a nivel musculoesquelético provocadas por Parálisis Cerebral Espástica, se estima que alrededor de un 70% de los niños y niñas con esta condición poseen en algún grado pie equino y para su tratamiento, actualmente se ha recurrido al yeso seriado, sin embargo, casi a los 18 meses después de su aplicación, el 50% de ellos manifiesta recidiva de pie equino y necesita nuevamente su uso. Mediante sesiones diarias de Stretching Pasivo Manual se busca disminuir las recidivas de pie equino por lo menos 18 meses después de la aplicación de yeso

**Objetivo:** Evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en la disminución de recidivas de pie equino post-tratamiento de yeso seriado en niños (as) con Hemiparesia Espástica.

**Hipótesis:** El Stretching Pasivo Manual es efectivo en la disminución de recidivas de pie equino post-tratamiento de yeso seriado en niños (as) con Hemiparesia Espástica.

**Pacientes y método:** El estudio incluirá a niños (as) entre 3 y 8 años con Hemiparesia Espástica que presenten deformidad de pie equino, atendidos en los Institutos de Rehabilitación Infantil Teletón Araucanía y Concepción, que cumplan con los criterios de elegibilidad; a través del método de aleatorización estratificada simple, los pacientes serán asignados al grupo control o intervención. Todos recibirán como terapia basal 3 semanas de yeso seriado, el grupo intervención

recibirá además 6 semanas de Stretching Pasivo Manual. Posterior a la intervención, comienza un período de seguimiento. Se medirá la presencia o ausencia de recidivas de pie equino, rango de movimiento articular pasivo y grado de espasticidad en musculatura plantiflexora de tobillo.

**Conclusiones:** En la actualidad existen variadas herramientas terapéuticas para el manejo de pie equino, sin embargo, es necesario y útil determinar cuáles son menos invasivas y que provoquen menos efectos adversos, con el fin de retrasar el máximo de tiempo posible la repetición de intervenciones. El Stretching puede constituir un tipo de intervención que ayude a mantener los logros obtenidos por el uso de yeso seriado.

**Palabras claves:** Cerebral Palsy (Parálisis Cerebral)-Equinus Deformity (Pie Equino)- Muscle Stretching Exercises (Ejercicio de Estiramiento Muscular)- Serial Casting (Yeso Seriado).

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a quienes fueron de gran ayuda para el desarrollo de nuestro proyecto de tesis, punto culmine e importante de nuestra carrera.

A nuestra profesora guía, Patricia Conejeros, por su comprensión, consejos y guía.

Al Kinesiólogo Juan Colomera, por su paciencia y excelente disponibilidad.

Al personal del Instituto Teletón Araucanía por la información facilitada.

Al Estadístico, Sergio Muñoz porque sin duda, fue una persona clave en el desarrollo de nuestra tesis.

A la Kinesióloga, Mónica Gaete, que siempre nos brindó una mano desinteresada cuando nos surgían “esas dudas”.

A la Kinesióloga, Pía Martino, por su gran disponibilidad, preocupación en nuestro proyecto de tesis y darnos la oportunidad de compartir junto a sus niños.

Y así a todos aquellos que sin saberlo nos ayudaron

A todos,

Muchas gracias!

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Termina una etapa, y al mirar hacia atrás sólo puedo levantar mi mirada a ti Señor Jesús, para agradecer y glorificarte, con tu amor incomparable me has sostenido.

*“Porque de El, y por El, y para El, son todas las cosas”.*

A mis amados padres, muchas gracias por toda su comprensión, apoyo, preocupación, y paciencia. Ciertamente son instrumentos preciosos en las manos de Dios.

A mi amiga, hermana en la Fe y compañera Briggitte, fuiste la persona indicada para compartir este largo proceso, todos los momentos que vivimos juntas serán atesorados como parte de mis mejores recuerdos en la universidad, no importa si fueron alegres o tristes, lo importante es que los viví contigo.

A mis amigos Yaninna, Jimena, Iris, Patricia, Germán y Joaquín, no sabía que en la universidad Dios tenía personas con quienes formaría lazos de amistad tan fuertes, les amo mucho.

A mis amigos y hermanos en la Fe, que siempre manifestaron su preocupación y apoyo, y además, soportaron mi inasistencia a muchas “juntas”, su amistad es un regalo del Señor para mi vida.

A mi amada amiga Fabiola, gracias por tu amistad, Dios me sorprende con Su amor expresado a través de tu vida.

Margoth Martínez Esquivel

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Quizás sea resiliencia, no lo sé pero de lo único que estoy segura es que las fuerzas que necesité las recibí de Aquel que es dueño de todas las cosas, que ha creado la mente humana, le ha dado ciencia, plena libertad de amar y sentir. Agradecida siempre mi Señor Jesús.

A mi familia que siempre creyó en mis sueños.

A mi amiga y hermana Margoth que desde el primer día me brindó su amistad genuina y en tiempos de tormentas sus palabras dieron aliento a mi vida. Te quiero amiga y gracias por ser como eres, mi “Marguito”

A todos mis compañeros que simplemente con sus ideas guiaron de alguna manera nuestra tesis.

*“Admiración Eterna y Sublime”*

Brigitte Acevedo Hernández

## **PROBLEMATICA**

Actualmente, la Hemiparesia Espástica es el tipo de Parálisis Cerebral (PC) con mayor prevalencia en nuestro contexto, según datos del Instituto de Rehabilitación Infantil (IRI) Teletón Araucanía y Concepción, ya que representa un 35% y un 33,4 % del total de PC. A lo largo de su desarrollo, los niños y niñas con PC, presentan secuencialmente problemas motores. En un comienzo, se produce una alteración del tono, equilibrio y fuerza de los músculos dependientes de las neuronas afectadas a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC), esto, sumado al crecimiento de distintos componentes anatómicos, promueven la aparición de contracturas y deformidades, para finalmente, dar lugar a compensaciones mediante mecanismos adaptativos como respuesta frente a estos cambios estructurales, los cuales se traducen en alteraciones de patrones de movimiento y posturales<sup>1</sup>.

Una de las deformidades más comunes del miembro inferior en Hemiparesia Espástica, y en general PC Espástica, es el pie equino, determinado por factores tales como:

- Espasticidad en músculos del compartimiento posterior de la pierna, frecuentemente tríceps sural (gastrocnemio y sóleo).
- Contractura muscular del tríceps sural.

La espasticidad provoca que el pie adopte una postura en plantiflexión, si esta posición se mantiene, poco a poco el músculo tríceps sural comienza a acortarse;

con el paso del tiempo se instaura la contractura muscular que fija la deformidad del pie, en este punto la opción terapéutica es corregir quirúrgicamente<sup>2</sup>.

El enfoque de todo tratamiento en estos pacientes será siempre evitar -el mayor tiempo posible- la intervención quirúrgica, por lo menos hasta los 6 ó 7 años de edad, pues si un niño o niña es sometido a cirugía antes de esta edad, existen más posibilidades de desarrollar nuevamente la deformidad en el pie. Para esto, se cuenta con distintas opciones terapéuticas, entre ellas el yeso seriado, cuya efectividad tiene evidencia<sup>3</sup>.

Sin embargo, a causa de la patología base que presentan estos niños y niñas, en algún momento ocurre recidiva, es decir, el pie vuelve a una posición de plantiflexión acompañado de contractura muscular de tríceps sural, con una consecuente pérdida de rango de movimiento articular. En el caso de la aplicación de yeso seriado, la recidiva ocurre aproximadamente 18 meses post-tratamiento en el 50% de los pacientes<sup>4</sup>. Mediante el presente estudio se pretende evaluar si la aplicación de Stretching Pasivo Manual en tríceps sural, como herramienta terapéutica complementaria post-yeso seriado de bota corta, es efectiva en la disminución de recidiva de pie equino en niños y niñas con Hemiparesia Espástica.

## LISTADO DE CONTENIDOS

<b>TITULO</b> _____	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> _____	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> _____	<b>4</b>
<b>PROBLEMÁTICA</b> _____	<b>7</b>
<b>LISTADO DE CONTENIDOS</b> _____	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> _____	<b>13</b>
<b>LISTA DE TABLA</b> _____	<b>14</b>
<b>LISTA DE GRAFICOS</b> _____	<b>15</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> _____	<b>15</b>

### CONTENIDO

CAPITULO 1: MARCO TEORICO .....	16
1.1    Parálisis Cerebral (PC) .....	16
1.1.1    Definición .....	16
1.1.2    Etiología.....	17
1.1.3    Clasificación .....	18
1.1.4    Cuadro clínico.....	22
1.2    Hemiparesia Espástica .....	23
1.2.1    Vía Motora en Hemiparesia Espástica.....	24
1.2.2    Posturas y Movimientos en Hemiparesia Infantil.....	28

1.3	Espasticidad .....	30
1.3.1	Tono muscular .....	30
1.3.2	Definición de espasticidad.....	30
1.3.3	Fisiopatología .....	31
1.4	Pie Equino.....	34
1.4.1	Definición .....	34
1.4.2	Etiología.....	35
1.4.3	Músculos involucrados .....	35
1.4.4	Patogenia Pie Equino.....	37
1.4.5	Efectos de la deformidad del Equinismo .....	39
1.5	Yeso .....	42
1.5.1	Efectos del Yeso .....	42
1.6	Stretching .....	46
1.6.1	Definición .....	46
1.6.2	Modalidades de Stretching.....	47
1.6.3	Propiedades de los tejidos blandos. ....	49
1.6.4	Características del músculo espástico infantil. ....	51
1.6.5	Efecto del estiramiento sobre el músculo .....	52
CAPITULO 2: REVISION DE LA LITERATURA .....		55
2.1	Estrategias de búsqueda.....	55
2.1.1	Base de datos utilizados y resultados de la búsqueda.....	57
2.1.2	Consulta a expertos.....	68
2.2	Conclusión de la revisión.....	69
CAPITULO 3: DISEÑO DE INVESTIGACION .....		70
3.1	Justificación del diseño.....	70
3.2	Pregunta de investigación .....	72
3.3	Objetivo general.....	72
3.4	Objetivos específicos .....	72
3.5	Justificación de la pregunta de investigación: análisis FINER.....	73
3.6	Localización del lugar de trabajo.....	76
3.7	Población de estudio .....	77
3.7.1	Población Diana.....	77
3.7.2	Población Accesible.....	77

3.7.3	Muestra .....	77
3.8	Criterios de elegibilidad y justificación .....	77
3.8.1	Criterios de inclusión .....	78
3.8.2	Criterios de exclusión .....	79
3.9	Reclutamiento .....	81
3.10	Aleatorización.....	81
3.11	Enmascaramiento.....	82
3.12	Descripción de la intervención .....	83
3.13	Tiempos de Evaluación.....	91
3.14	Flujograma.....	92
CAPITULO 4: VARIABLES Y MEDICIONES.....		94
4.1	Variable independiente .....	94
4.2	Variable dependiente .....	94
4.2.1	Dependiente primaria.....	94
4.3.2	Dependientes secundarias .....	94
4.4	Variables de control.....	96
CAPITULO 5: ANALISIS ESTADISTICO.....		98
5.1	Hipótesis .....	98
5.1.1	Nula ( $H_0$ ).....	98
5.1.2	Alternativa ( $H_1$ ).....	98
5.2	Tamaño muestral .....	98
5.4	Análisis descriptivo .....	101
5.5	Análisis Inferencial .....	102
CAPITULO 6: ASPECTOS ETICOS .....		103
6.1	Principio de No Maleficencia .....	103
6.2	Principio de Justicia.....	104
6.3	Principio de Autonomía.....	104
6.4	Principio de Beneficencia.....	105
6.5	Consentimiento Informado .....	105
CAPITULO 7: ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO .....		106
7.1	Administración .....	106
7.1.1	Definición de roles.....	106
7.2	Presupuesto.....	108

7.3	Cronograma .....	110
7.4	Carta Gantt.....	112
REFERENCIAS .....		117

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etiología Parálisis Cerebral_____	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> Clasificación Parálisis Cerebral_____	<b>18</b>
<b>Figura 3.</b> Distribución de posibles lesiones de la vía piramidal_____	<b>27</b>
<b>Figura 4.</b> Reflejo miotático_____	<b>32</b>
<b>Figura 5.</b> Grupo muscular superficial del compartimiento posterior de la pierna_____	<b>37</b>
<b>Figura 6.</b> Posición para aplicación de yeso _____	<b>84</b>
<b>Figura 7.</b> Actividad 1, “Amasar con el pie”_____	<b>87</b>
<b>Figura 8.</b> Actividad 2: “Manejar un autobús”_____	<b>89</b>
<b>Figura 9.</b> Actividad 3: “Estiramiento pasivo de músculo tríceps sural”_____	<b>90</b>
<b>Figura 10.</b> nQuery Advisor _____	<b>100</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cantidad de niños y niñas con Hemiparesia Espástica_____	<b>22</b>
<b>Tabla 2.</b> Cuadro resumen principales vías en el control motor_____	<b>25</b>
<b>Tabla 3.</b> Músculos del compartimiento posterior de la pierna_____	<b>36</b>
<b>Tabla 4.</b> Estrategias de búsqueda_____	<b>56</b>
<b>Tabla 5.</b> Búsqueda n°1 en base de datos PubMed_____	<b>58</b>
<b>Tabla 6.</b> Búsqueda n°2 en base de datos PubMed _____	<b>59</b>
<b>Tabla 7.</b> Búsqueda n°3 en base de datos PubMed_____	<b>60</b>
<b>Tabla 8.</b> Búsqueda n°1 en base de datos PubMed con términos MeSH _____	<b>62</b>
<hr/>	
<b>Tabla 9.</b> Búsqueda n°2 en base de datos PubMed con términos MeSH _____	<b>64</b>
<hr/>	
<b>Tabla 10.</b> Búsqueda n°3 en base de datos PubMed con términos MeSH_____	<b>65</b>
<hr/>	
<b>Tabla 11.</b> Distribución Grupos experimental y control en el estudio_____	<b>101</b>
<hr/>	
<b>Tabla 12.</b> Gastos Operacionales_____	<b>108</b>

<b>Tabla 13.</b> Recursos Humanos_____	<b>108</b>
<b>Tabla 14.</b> Presupuesto Total_____	<b>109</b>
<b>Tabla 15.</b> Detalle yeso_____	<b>109</b>

## **LISTA DE GRAFICOS**

<b>Gráfico 1.</b> Distribución población infantil con Parálisis Cerebral IRI Araucanía_____	<b>19</b>
<b>Gráfico 2.</b> Distribución población infantil con Parálisis Cerebral IRI Concepción_____	<b>20</b>
<b>Gráfico 3.</b> Distribución población infantil con Hemiparesia Espástica según compromiso funcional IRI Araucanía_____	<b>20</b>
<b>Gráfico 4.</b> Distribución población infantil con Hemiparesia Espástica según compromiso funcional IRI Concepción _____	<b>21</b>

## **LISTA DE ANEXO**

<b>ANEXO 1.</b> Escala de Ashworth Modificada_____	<b>113</b>
<b>ANEXO 2.</b> Consentimiento Informado_____	<b>114</b>

## **CAPITULO 1: MARCO TEORICO**

### **1.1 Parálisis Cerebral (PC)**

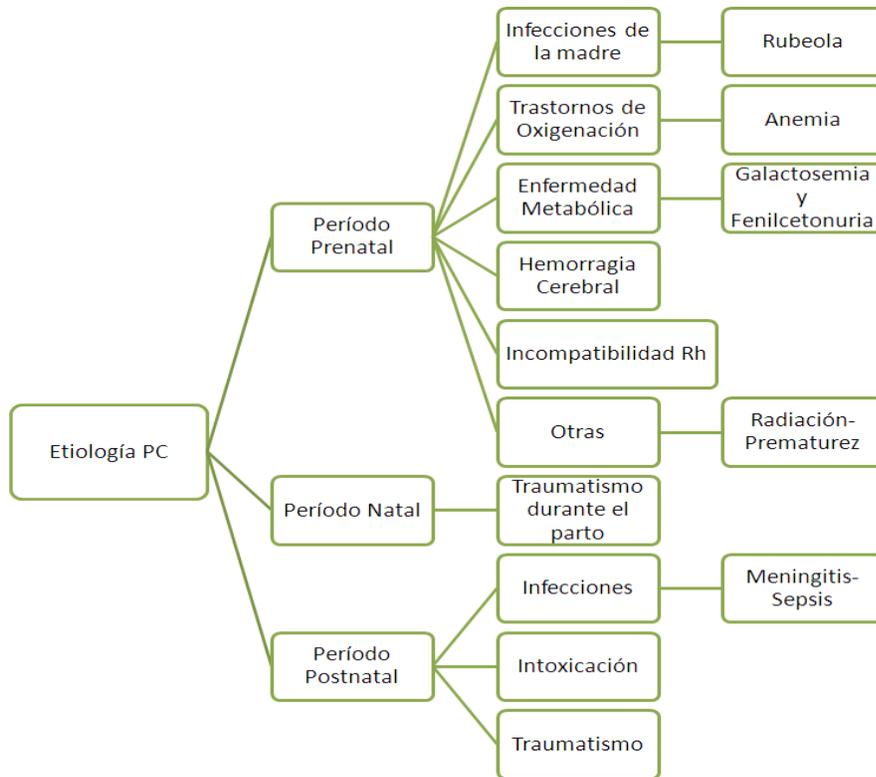
#### **1.1.1 Definición**

En el año 2005 un grupo de expertos propuso la siguiente definición:

“Grupo de trastornos en el desarrollo del movimiento y postura, que causan una limitación en la actividad, secundario a una agresión no progresiva en el desarrollo fetal o cerebro inmaduro, los trastornos motores de la Parálisis Cerebral estarán a menudo acompañados de alteraciones de la sensación, cognición, comunicación, percepción y/o comportamiento y/o trastorno convulsivo”.<sup>5</sup>

## 1.1.2 Etiología

Figura n° 1: Etiología Parálisis Cerebral.



### 1.1.3 Clasificación<sup>6</sup>

La Parálisis Cerebral puede clasificarse siguiendo varios criterios.

Figura nº 2: Clasificación Parálisis Cerebral.

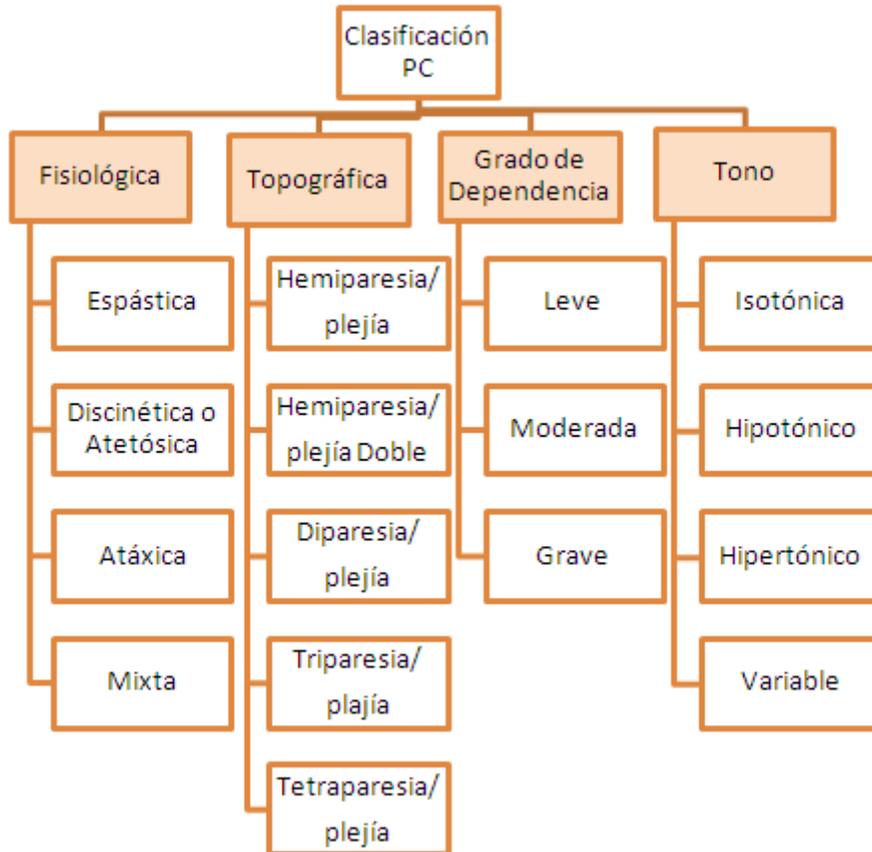
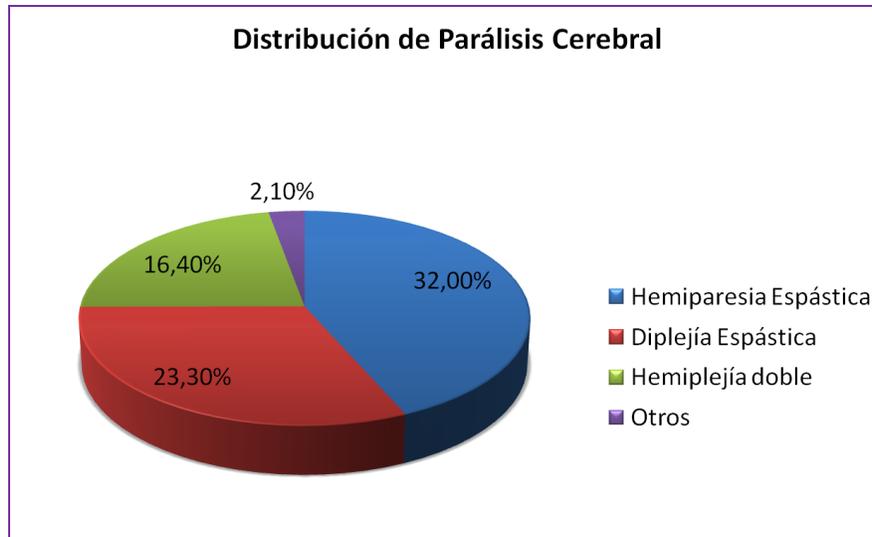


Gráfico n° 1: Distribución población infantil con Parálisis Cerebral pertenecientes al Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Araucanía año 2010.



Según datos del IRI Temuco (gráfico n° 1), 733 pacientes tienen un diagnóstico de PC, de los cuales un 32% (235 casos) corresponde a Hemiparesia Espástica, y un 33,4% en el IRI Concepción (gráfico n° 2)

Gráfico n° 2: Distribución población infantil con PC pertenecientes al Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Concepción año 2010.

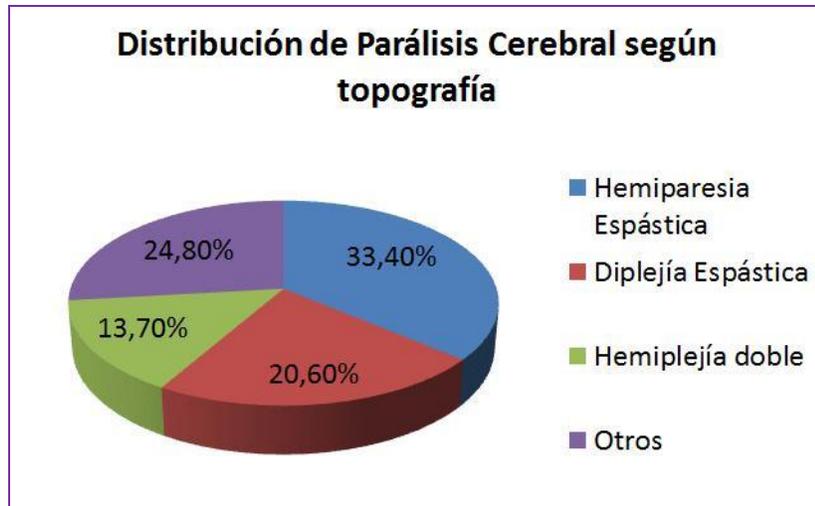
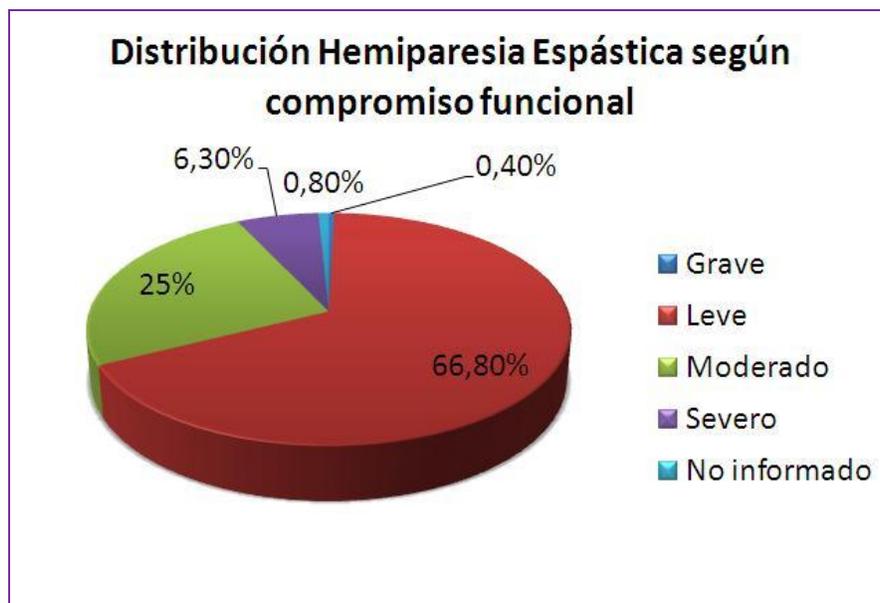
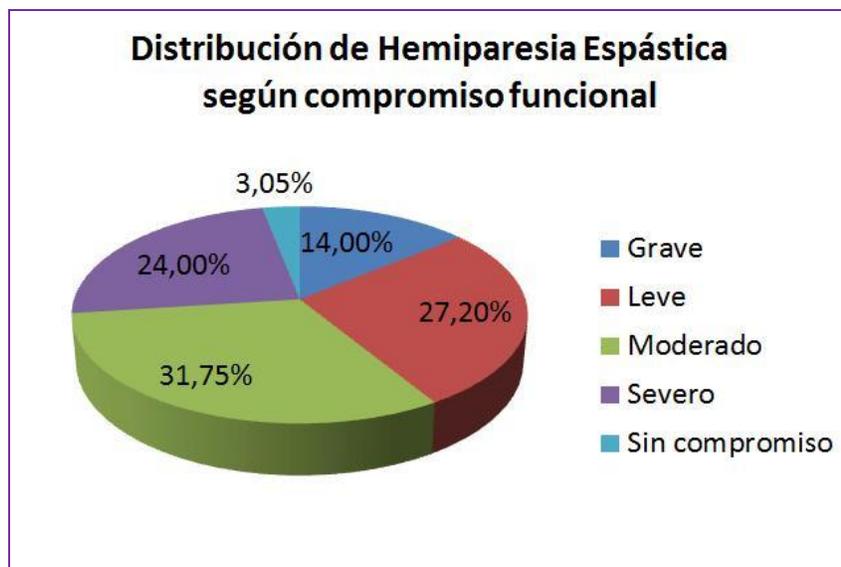


Gráfico n° 3: Distribución población infantil con Hemiparesia Espástica según compromiso funcional pertenecientes al Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Araucanía año 2010.



Según grado de compromiso funcional, la Hemiparesia Espástica en su grado moderado representa el 25% de los casos (59 pacientes) y 66,8% (159 pacientes) en su grado leve.

Gráfico nº 4: Distribución población infantil con Hemiparesia Espástica según compromiso funcional pertenecientes al Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Concepción año 2010.



De acuerdo a los datos obtenemos la misma conclusión al respecto, donde la Hemiparesia Espástica según compromiso funcional (leve y moderado) sigue teniendo mayor prevalencia.

En base a estos datos, la prevalencia del compromiso funcional permite el desarrollo de este estudio.

Tabla nº 1: Cantidad de niños y niñas con Hemiparesia Espástica.

Edad	Número de niños y niñas con Hemiparesia Espástica Temuco	Número de niños y niñas con Hemiparesia Espástica Concepción
3 años	14	14
4 años	12	18
5 años	17	11
6 años	16	9
7 años	16	13
8 años	22	19
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>84</b>

#### 1.1.4 Cuadro clínico<sup>7</sup>

Las manifestaciones clínicas de una PC varían según su clasificación, pero sí podemos identificar alteraciones en común, tales como trastornos en el tono muscular (hipertonía e hipotonía) y una consecuente postura anormal que finalmente modificarán los patrones de movimiento, los cuales pueden expresarse de forma lenta, rígida o muy rápida, producto de la inadecuada regulación a nivel del Sistema Nervioso Central. Existe una relación proporcional entre la severidad de la lesión y la limitación funcional, de la cual dependerá también el nivel de

desarrollo en las actividades motoras voluntarias propias de los niños y niñas; así, por ejemplo, cuanto mayor sea la restricción en la marcha, obviamente las actividades motoras tales como correr, saltar, brincar y trepar, se verán mayormente afectadas.

Las alteraciones en el tono y postura provocan:

- Atrofias.
- Retracciones musculares-tendinosas y capsulares-articulares.
- Deformidades osteoarticulares: subluxaciones y luxaciones de cadera, escoliosis.

También es importante mencionar, que todo tipo de Parálisis Cerebral alterará en algún grado el peso, talla y/o perímetro craneal correspondiente según edad y sexo, además pueden desarrollar una capacidad intelectual general normal o algún nivel de retraso mental. También pueden verse alterados aspectos tales como la percepción, atención y memoria.

## **1.2 Hemiparesia Espástica<sup>8</sup>**

Es el tipo de PC que podemos encontrar con mayor frecuencia después de la diplejía, pues corresponde a un 32% de los niños y niñas con esta patología. “Consiste en la paresia de un hemicuerpo que puede ser completa (faciobraquiocrural) o incompleta (faciobraquial o braquiocrural) sin alteración sensitiva asociada ni alteración de las funciones cerebrales superiores o visuales”<sup>9</sup>.

### 1.2.1 Vía Motora en Hemiparesia Espástica.<sup>10-11-12</sup>

Los movimientos voluntarios realizados por nuestro cuerpo son controlados a nivel nervioso central principalmente por la **vía piramidal o corticoespinal**. Un tercio de las fibras que componen esta vía se originan en la corteza motora primaria (área 4), otro tercio en la corteza motora secundaria (área 6) y otro tercio en el lóbulo parietal (área 1, 2 y 3). En la corteza motora, circunvolución precentral específicamente, se encuentra el homúnculo, un cuadro distorsionado del cuerpo donde cada segmento tiene un tamaño proporcional al área de la corteza cerebral dedicada a su control.

En su trayecto descendente, desde craneal a caudal esta vía contacta con las siguientes estructuras:

- Corona radiada
- Cápsula interna (brazo posterior y rodilla)
- Mesencéfalo (pedúnculo cerebral)
- Protuberancia o Puente
- Bulbo Raquídeo
- Médula Espinal

Al llegar al bulbo, las fibras se cruzan (decusación) para dar origen a los *fascículos corticoespinal medial y corticoespinal lateral*.

Otra vía fundamental en el control motor es la **extrapiramidal** conformada por los tractos: reticuloespinal, tectoespinal, rubroespinal, vestibuloespinal y olivoespinal.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las principales vías involucradas en el control motor:

Tabla 2: Cuadro resumen principales vías en el control motor.

Vía	Función	Origen	Sitio de decusación	Destino
<b>Corticoespinal</b>	Movimientos voluntarios hábiles y rápidos, especialmente de los extremos distales de las extremidades.	Corteza motora primaria (área 4), corteza motora secundaria (área 6), lóbulo parietal (áreas 3, 1 y 2).	La mayoría cruza a nivel de la pirámide bulbar, para descender como tracto <b>corticoespinal lateral</b> ; un menor porcentaje (10-30%) cruza en la médula a nivel de su destino, formando el tracto <b>corticoespinal anterior</b> .	<b>Neuronas internunciales o neuronas motoras alfa.</b>
<b>Reticuloespinal</b>	Inhibir o facilitar movimientos voluntarios.	Formación Reticular (mesencefalo, protuberancia y bulbo raquídeo).	Algunas cruzan en distintos niveles.	
<b>Tectoespinal</b>	Movimientos posturales reflejos vinculados con la vista.	Colículo superior del mesencéfalo.	Cruzan poco después de su origen.	<b>Motoneurona alfa y gamma.</b>
<b>Rubroespinal</b>	Facilita la actividad de los músculos flexores e inhibe la actividad de los músculos extensores.	Núcleo Rojo.	Cruzan inmediatamente.	<b>Motoneurona alfa y gamma.</b>
<b>Vestibuloespinal</b>	Facilita la actividad de los músculos extensores e inhibe la de los	Núcleos vestibulares.	No cruzan.	<b>Motoneurona alfa y gamma.</b>

	flexores.			
<b>Olivoespinal</b>		<b>Núcleos olivares inferiores.</b>		<b>Motoneurona alfa y gamma.</b>

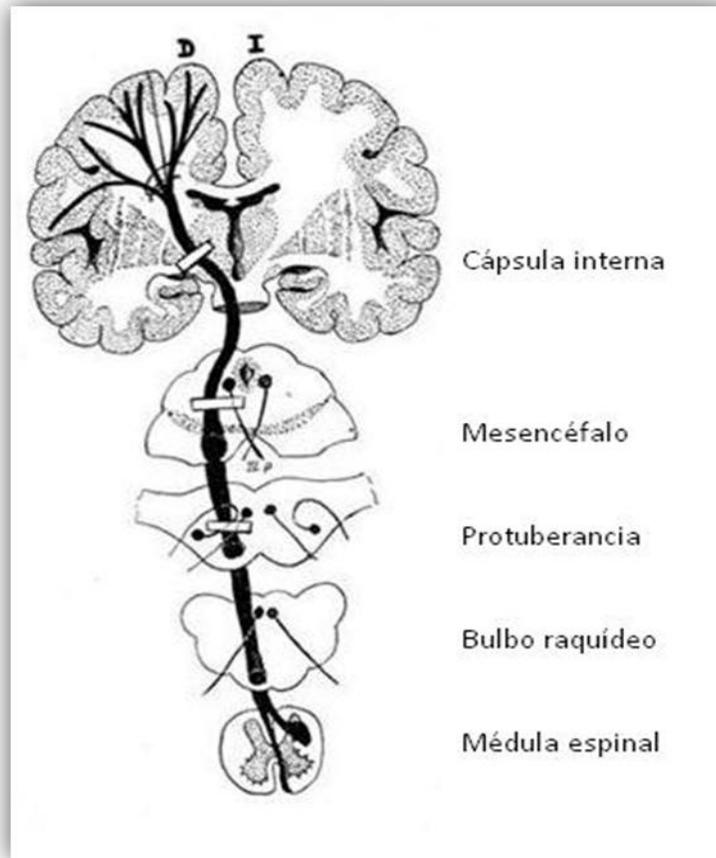
De estas vías, el tracto corticoespinal lateral es el encargado de controlar la musculatura de la extremidad superior e inferior contralateral; las fibras que continúan una trayectoria directa descendente, forman el tracto corticoespinal anterior y se encargan de controlar la musculatura del tronco.<sup>13</sup>

La vía piramidal tiene un largo recorrido que la hace vulnerable a un número considerable de lesiones. El nivel dañado y magnitud de la lesión determinarán el grado de afectación funcional, que se traduce en debilidad muscular parcial o total. En el caso de lesión unilateral, el resultado es una hemiparesia o hemiplejía de los músculos en la mitad contraria del cuerpo (extremidad superior, inferior y tronco).

Por otro lado, una falla en el sistema extrapiramidal se traduce en alteraciones de postura, tono muscular o aparición de movimientos anormales de tipo involuntario<sup>14</sup>.

En la hemiparesia espástica pueden combinarse daños a nivel piramidal y extrapiramidal.

Figura n° 3: Distribución de posibles lesiones de la vía piramidal<sup>15</sup>.



Como se observa en la figura n° 3, si el daño ocurre a nivel cortical, puede afectar a un grupo de motoneuronas haciendo que la deficiencia motora predomine en un miembro específico, pero quizás no sea proporcional en toda su extensión. En cambio si la lesión se encuentra en la corona radiada, tendremos que la hemiparesia se manifiesta en el brazo y cara o pierna contralateral. Pero si la lesión es a nivel capsular, se evidencia un cuadro de hemiparesia completa que afectará todo el haz, por tanto la mayoría de las fibras motoras.

### **1.2.2 Posturas y Movimientos en Hemiparesia Infantil<sup>16</sup>.**

Al principio, en el primer trimestre de vida, existe un intervalo silencioso en el que incluso con conocimiento previo por neuro-imagen que existe una lesión que producirá hemiparesia, es muy difícil observar algún patrón de asimetría. Por tanto, una simetría en los movimientos a esta edad, no indica la ausencia de hemiparesia. Sin embargo en estadios posteriores, la espasticidad se instaura y manifiesta en el hemicuerpo afecto, frecuentemente se observa un mayor compromiso en la extremidad superior y en sus movimientos distales.

A lo largo de los años, investigaciones han logrado establecer ciertos patrones de movimientos y posturas que el niño y niña con Parálisis Cerebral va adoptando, sin embargo, en la realidad clínica, la Parálisis Cerebral no necesariamente seguirán estos patrones.

Luego del primer trimestre, cuando comienza a manifestarse clínicamente la hemiparesia, en forma progresiva el lactante muestra una inclinación por el uso de su extremidad superior sana para coger objetos, jugar, realizar prensión, etc., mientras que la extremidad afectada permanece retraída y flectada; además, a medida que el niño va adquiriendo conciencia sólo de su lado sano, comienza a llevar su mirada hacia la indemnidad. Antes de comenzar la marcha, si se apoya al lactante sobre su extremidad inferior sana, puede permanecer flectada, en cambio la extremidad hemiparética, será llevada a una máxima extensión de rodilla y apoyo en punta de dedos, pie equino, para soportar el peso de cuerpo.

Una vez obtenida la marcha, la extremidad del lado afectado esta en abducción de cadera y extensión de rodilla, mientras que la sana está más adelantada, dejando rezagada a la otra pierna. Obtener la deambulación sin ayuda es dificultoso, debido a los problemas de equilibrio, pues, por ejemplo, los niños hemiparésicos no desarrollan reacciones de paracaidismo, y es por esta misma razón, que temen caer al suelo hacia su lado afectado, ya que sus extremidades hemiparésicas no responderán para protegerse o mantener el equilibrio.

En estadios avanzados de la marcha, cuando se es capaz de andar más rápido y se ocupa una base de sustentación más estrecha, el patrón de marcha se modifica. Si el grado de espasticidad es leve, el niño flexionará su cadera y rodilla, y así podrá elevar más la pierna y dar un paso más largo. El pie hace contacto con el suelo mediante la punta de sus dedos, esto origina una reacción de apoyo exagerada, que a su vez origina espasticidad extensora de la musculatura plantiflexora de tobillo. Si el niño desea apoyar su talón en el suelo, tendrá que realizar una flexión de cadera e hiperextensión de rodilla. Más adelante, producto de la misma espasticidad, se puede provocar una contractura estática en los músculos del compartimiento posterior de la pantorrilla, por lo que ya no se lograra un apoyo del talón. La marcha se adquiere en la totalidad de los casos, a no ser que el grado de parálisis sea muy severo.

## **1.3 Espasticidad <sup>17</sup>**

### **1.3.1 Tono muscular**

El tono muscular se define clínicamente como la resistencia que se encuentra cuando la articulación de un paciente relajado se mueve de forma pasiva, pero también fisiológicamente podemos definirla como un estado de tensión muscular o actividad muscular continua.

Patológicamente, el tono muscular puede estar aumentado (hipertonía) o reducido (hipotonía), en ambos casos, como consecuencia de cambios ocurridos en la rigidez pasiva de la articulación y partes blandas o cambios en las contracciones musculares activas; últimos estudios se han enfocado principalmente en las contracciones musculares como respuesta refleja al estiramiento muscular.

Respecto a la hipertonía, se definen 2 tipos fundamentales: **espasticidad y rigidez**, ambas se diferencian en su causa e importancia clínica.

### **1.3.2 Definición de espasticidad**

La espasticidad se define como un incremento dependiente de la velocidad en la resistencia al estiramiento pasivo de un músculo o como un trastorno motriz caracterizado por un aumento del reflejo tónico de estiramiento (tono muscular), con reflejos tendíneos exagerados, debido a una hiperexcitabilidad del reflejo miotático.<sup>18</sup>

### 1.3.3 Fisiopatología<sup>19</sup>

Los mecanismos involucrados en el desarrollo de la espasticidad son varios, pero todos se basan en un refuerzo anormal del reflejo miotático de estiramiento.

- **Reflejo miotático de estiramiento.**

Cuando un músculo es estirado rápidamente, los husos musculares ubicados en las fibras intrafusales, son excitados, las fibras aferentes tipo Ia transmiten la información sensorial al asta dorsal en la médula espinal, donde se realiza sinapsis con las motoneuronas alfa del asta ventral, provocándose contracción refleja de las fibras extrafusales, inervadas por motoneuronas alfa. Este reflejo es monosináptico, sin embargo, también existen fibras aferentes tipo II, que se originan en el huso muscular, y llegan al asta dorsal en la médula espinal donde además de conectarse directamente con motoneuronas del asta anterior, tienen conexión con interneuronas de la sustancia gris medular, las que a su vez hacen sinápsis con motoneuronas gamma, que inervan fibras intrafusales<sup>20</sup>.

Al comienzo, la espasticidad puede ser resultado de una hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento, que puede deberse a diversas alteraciones, que a su vez están determinadas por afectación de niveles supraespinales, explicadas más adelante. Múltiples vías espinales contribuyen a modular el reflejo excitatorio: excitación e inhibición de las fibras aferentes Ia y II del huso muscular; inhibición recurrente vía colaterales de los axones motores e interneuronas de Renshaw; inhibición presináptica de las terminaciones aferentes Ia e inhibición recíproca de



lateral. La región bulboreticular inhibitoria recibe influencias de la corteza cerebral motora, lóbulo anterior del cerebelo y de los ganglios basales. La lesión a nivel cortical o de cápsula interna interrumpe los impulsos hacia este centro inhibitor y por lo tanto se libera el reflejo de estiramiento, pues se reducen las influencias inhibitorias. Las vías excitadoras también se originan en el tronco del encéfalo, siendo el fascículo reticuloespinal medial uno de los principales, el cual desciende por el cordón medular ventral y tienden a facilitar el tono muscular. El hecho de que exista un sistema equilibrado de inhibición y excitación para el control del tono muscular permite que la falla en cualquiera de los 2 sistemas resulte en espasticidad.

## 1.4 Pie Equino<sup>21</sup>

Alrededor de un 90% de las deformidades que presentan los niños y niñas con Parálisis Cerebral se desarrollan en el tobillo y pie, siendo el pie equino el más común en Parálisis Cerebral Espástica, con una incidencia del 75%.

### 1.4.1 Definición

El año 2000, en la ciudad de Washington (USA), se reunió un grupo de trabajo multidisciplinario con el fin de establecer las bases respecto al conocimiento que se tenía hasta ese momento sobre el manejo clínico de la marcha equina. Al comienzo de esta convención, se propuso una definición de *equinismo*, asociado a postura y marcha:

“Incremento en la plantiflexión de tobillo, caracterizado por un aumento del peso sobre las cabezas metatarsianas del pie, ya sea en bipedestación o durante la marcha”.

También se puede definir como “condición en que la articulación tibiofibuloastragalina no alcanza 10° de dorsiflexión con la rodilla en flexión, rango de movilidad necesario durante la fase de despegue del talón”<sup>22</sup>

“Incapacidad para realizar flexión dorsal del tobillo lo suficiente, como para permitir que el talón tenga contacto con la superficie de apoyo, sin algún tipo de compensación en la mecánica de la extremidad inferior y pie”.

Es importante aclarar que estas definiciones no son etiológicas, es decir, no indican el origen de la deformidad, sólo hacen referencia al resultado visible en el pie producto de una patología de trasfondo.

#### **1.4.2 Etiología**

- **Origen Óseo:** Cuando el origen es óseo, puede estar asociado a una patología adquirida o congénita y la movilidad articular se ve afectada por deformidad en la mortaja tibiotalar o en la tróclea astragalina, causando equinismo. Un ejemplo es el pie equinvaro congénito.
- **Origen Neuromuscular:** Cuando el origen es neuromuscular, puede estar asociado a diferentes patologías neurológicas. Por una parte, la parálisis en la musculatura dorsiflexora acompañada de una musculatura plantiflexora normal, resultará en un impedimento del pie para despegar al comienzo de la fase de oscilación de la marcha, observándose un pie caído por falta de control muscular del músculo tibial anterior principalmente. Por otro lado, la musculatura plantiflexora puede ser afectada por patologías neurológicas centrales o periféricas que cursan con espasticidad, contractura o acortamiento, en tales condiciones también puede desarrollarse un pie equino.

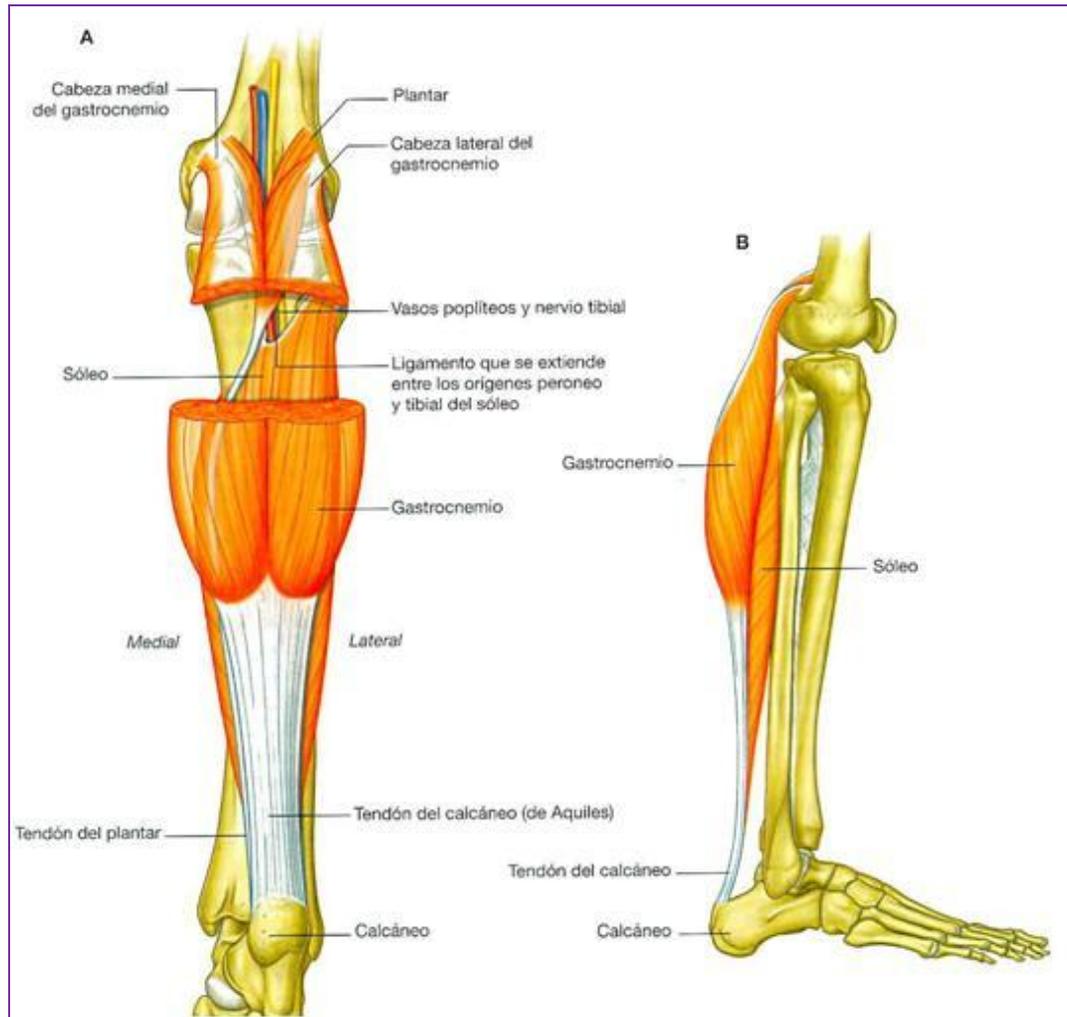
#### **1.4.3 Músculos involucrados**

En cuanto a **elementos musculares** afectados en este tipo de deformidad, encontramos aquellos que pertenecen al grupo superficial del compartimiento posterior de la pierna.

Tabla nº 3: Músculos del compartimiento posterior de la pierna.

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
<b>Gastrocnemio</b>	<p>Cabeza medial: Superficie posterior de la porción distal justo encima del cóndilo medial</p> <p>Cabeza lateral: Superficie posterolateral superior del cóndilo femoral lateral.</p>	A través del tendón calcáneo en la superficie posterior del calcáneo	N. Tibial (S1- S2)	<p><b>Flexión plantar de pie</b></p> <p><b>Flexión de rodilla.</b></p>
<b>Plantar</b>	Parte inferior de la línea supracondílea lateral del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la rodilla.	A través del tendón calcáneo en la superficie posterior del calcáneo.	N. Tibial (S1- S2)	<p><b>Flexión plantar de pie</b></p> <p><b>Flexión de rodilla.</b></p>
<b>Sóleo</b>	Línea del músculo sóleo y borde medial de la tibia; cara posterior de la cabeza de la fibula; arco tendinoso entre las inserciones tibial y fibular.	A través del tendón calcáneo en la superficie posterior del calcáneo.	N. Tibial (S1- S2)	<b>Flexión plantar del pie.</b>

Figura nº 5: Grupo muscular superficial del compartimiento posterior de la pierna.



Los movimientos de plantiflexión y dorsiflexión ocurren en la articulación tibiotalar, que permite un rango de movimiento de 45° y 25° respectivamente.

#### 1.4.4 Patogenia Pie Equino

Como se ha descrito en secciones anteriores, la espasticidad como consecuencia de una alteración de la motoneurona superior, se caracteriza por un aumento en el tono muscular; dentro de los grupos musculares que con frecuencia son afectados

por la espasticidad, se encuentran aquellos que están en el compartimiento posterior de la pierna, nos referimos principalmente al gastronemio, sóleo y tibial posterior, potentes flexor plantar e inversor de tobillo respectivamente, esta condición alterada llevará a desarrollar en la mayoría de los casos de Parálisis Cerebral Espástica, pie equino.

El crecimiento de un músculo normal, está determinado a su vez, por el crecimiento del hueso largo al que se encuentra unido anatómicamente. Cuando estamos en presencia de un músculo espástico, esta armonía se ve alterada, ya que la unidad músculo-tendinosa no alcanza a crecer lo suficiente para cubrir la longitud del hueso largo. Además, producto de la misma espasticidad, el músculo comienza a desarrollar contracturas. Estos 2 efectos influirán directamente en el desarrollo de pie equino, y determinarán en un comienzo la presencia de un pie equino dinámico, caracterizado principalmente por espasticidad, en el cual podemos observar un pie en plantiflexión en determinadas ocasiones, por ejemplo, durante la fase de oscilación de la marcha, ya que en otras, es capaz de contactar el suelo con su talón, por lo mismo, al movilizar pasivamente y en forma lenta el tobillo, este alcanza grados de dorsiflexión casi o por completo normales. Si el tiempo transcurre y el niño o niña no recibe una adecuada intervención o simplemente el manejo terapéutico no da los resultados esperados, generalmente después de los 6 años el pie equino dinámico evoluciona progresivamente a un pie equino estático, producido principalmente por la posición mantenida del tobillo en plantiflexión que determina un acortamiento real ya sea en el músculo gastronemio, sóleo y/o tibial posterior y además por las contracturas provocadas

por espasticidad, así, al movilizar pasivamente el tobillo, este no alcanza valores normales de dorsiflexión, sino que su movimiento está limitado, percibiéndose un endfeel blando (muscular).

#### **1.4.5 Efectos de la deformidad del Equinismo**

Los pacientes con pie equino pueden sufrir una variedad de efectos producto de la deformidad, muchas de ellas pueden ser prevenidas si se realiza una intervención a tiempo. Entre estas podemos nombrar:

- Callosidades en el antepié
- Ulceración plantar
- Metatarsalgia
- Tendinitis de Aquiles
- Apofisiitis calcáneo
- Fascitis plantar
- Dolor de espalda baja
- Condromalacia rotuliana
- Hallux valgus o rigidus
- Esguinces

### **a) Deformidad en equino y valgo**

Pie equino combinado con pronación, es característico en niños con diplejía, aunque también puede presentarse en niños con hemiparesia. Esta deformidad está presente a lo largo de todo el ciclo de la marcha. La mayor parte del peso corporal recae en la parte interna del antepié. Algunas formas de desviación del pie son las siguientes:

- Calcáneo sufre flexión plantar y se evierte bajo el astrágalo, que se aduce y emigra medialmente.
- El astrágalo protruye cerca de la tuberosidad escafoidea.
- La tibia y la fíbula rotan medialmente sobre el calcáneo, desplazándose con el movimiento del astrágalo.
- La rodilla también se flexiona con el calcáneo elevado o se hiperextiende.
- Los dedos aparecen en garra y desviados externamente.

La falta de acción recíproca en la musculatura distal da como resultado respuestas lentas e ineficaces a los cambios del peso sobre el pie. El pie está fijado por el colapso de pronación y por la hiperactividad de los flexores plantares, flexores largos de los dedos y los fibulares, de manera que el niño pareciera aferrarse al suelo para tener estabilidad. Esta posición (pronación) aumenta la inestabilidad y demanda energética. El antepie en valgo fomenta la persistencia del retropié en varo, debido a que el pie se desplaza lateralmente en situación de carga.

## **b) Deformidad en equino y varo**

Hipersupinación del pie combinada con limitación de dorsiflexión. Una de las características de esta deformación es mantener la pierna parésica en rotación externa y abducción cuando comienzan a caminar, esta posición ayuda a liberar la carga en el antepié durante la fase de balanceo y evita la tensión en la articulación tibiofibuloastragalino. Aquí la desviación del pie es en pronación, pero durante el crecimiento del niño, son otros los factores que promueven el cambio de pronación a supinación:

- Antetorsión femoral persistente
- Elevación y retracción de la pelvis
- Reducción de la antetorsión femoral proximal mantenida por la contractura original en rotación lateral de la cadera
- Reducción de la amplitud de la base de soporte

El equinovaro se asocia con la deformidad compensadora en valgo del antepié. Esto ocurre tras un periodo largo de movilidad limitada en la eversión de la articulación subastragalina con o sin equino. Uno de los mecanismos que compensan la deformación equinovaro es la hiperextensión de las articulaciones metatarsofalángeas como medio para intentar liberar el pie en el balanceo.

## **1.5 Yeso**

Los niños con Hemiparesia Espástica no tienen un rango de movilidad articular completo. La contractura en plantiflexión de la articulación del tobillo suele interferir en la estabilidad, ya que los segmentos que dependen del pie no pueden moverse adecuadamente y la tibia no puede desplazarse anteriormente. Por tanto, la terapia física apunta al restablecimiento del ROM para evitar deformaciones óseas, producto de la hipertonía muscular existente en niños y niñas con Parálisis Cerebral Espástica, a través del estiramiento muscular. En la actualidad, una de las líneas de tratamiento ortopédico en el manejo de pie equino, es el uso de yeso seriado, éste actuaría como estiramiento pasivo mecánico y el mecanismo de acción se basa en los cambios de tipo mecánico a nivel de sarcómeros (aumento) y la deformación plástica del tejido conjuntivo<sup>23</sup>, que permiten el aumento de la longitud muscular.

### **1.5.1 Efectos del Yeso<sup>24</sup>**

#### **1.5.1.1 Incremento del número de Sarcómeros**

Según Carey y Burghardt (1993), la rigidez muscular es proporcional a la cantidad de superposiciones entre los filamentos de actina y miosina. En el caso de la hipertonía, puede representar un caso exagerado de rigidez, se cree que esta rigidez es causada por una reducción previa a la contracción de estos músculos, es decir, que después de actuar el complejo actina-miosina durante la contracción activa no

logran desactivarse fácilmente quedando el musculo contraído por más tiempo. En el caso de la espasticidad se podría plantear la hipótesis de que después de la contracción de los flexores plantares se produce un fracaso de la desactivación de los puentes cruzados de miosina y esto provocaría un aumento de la rigidez muscular. Ahora la disminución de esta superposición puede existir con el estiramiento pasivo lento. El yeso seriado tiene un efecto de estiramiento lento pasivo prolongado, por lo tanto, podría decirse que existe elongación de los flexores plantares a través de este mecanismo. Varios estudios indican que la inmovilización en posición de elongación durante un período de tiempo prolongado como es el caso del yeso seriado, aumenta el número de sarcómeras y da como resultado un aumento en la longitud del músculo.

#### **1.5.1.2 Cambios en el tejido conectivo**

El tejido conectivo colágeno muestra plasticidad alargándose lentamente frente a una tensión constante leve a moderada, atribuida a la separación de los puntos de contacto entre las fibras colágenas adyacentes. En la deformidad del pie equino espástico la fijación del pie en flexión plantar y posición invertida puede dar lugar a un cambio estructural de las fibras de colágeno alrededor del tobillo y pie, disminuyendo las distancias mínimas entre los puntos de fijación. Por lo tanto, la hipótesis sería que la tensión prolongada y moderada del yeso seriado durante un período de tiempo en el manejo del pie equino varo permite que el tejido conectivo se alargue.

### **1.5.1.3 Cambios neurofisiológicos**

Se plantea que el yeso seriado, debido a los largos y lentos periodos en que se aplica a los músculos espásticos, estimula la transmisión de señales de los órganos tendinosos de Golgi a través de las fibras aferentes Ib proporcionando así un estímulo inhibitor sobre la motoneurona alfa.

Blackmore<sup>25</sup> et al. a través de una revisión sistemática, observaron los efectos del yeso en pie equino espástico en niños y niñas con parálisis cerebral. Fueron seleccionados 22 artículos, de los cuales 7 eran ensayos clínicos controlado aleatorizados, se examinan los efectos del yeso ya sea solo o en combinación con Toxina Botulínica tipo A. Se realizan comparaciones entre: solo yeso v/s ningún tratamiento, solo yeso v/s solo Toxina Botulínica tipo A (TbA), yeso combinado con TbA v/s tratamiento de cada uno por si mismo, aplicación de yeso antes de TbA v/s TbA seguido por la aplicación de yeso.

La mayoría de los investigadores de esta revisión buscaron cambios en la espasticidad de la pantorrilla, aumento de rango articular de movimiento y mejora de la marcha sobre el efecto que podría provocar el uso de yeso y TbA.

Los resultados arrojados muestran que los niños que recibieron el tratamiento de yeso mostraron mejorías significativas en cuanto a la disminución de la espasticidad y por tanto, aumento en la longitud de zancada, que los niños y niñas que no usaron yeso.

En cuanto al rango articular de movimiento de la dorsiflexión de tobillo, los ensayos controlados aleatorios no encontraron diferencias entre el yeso y TbA; entre yeso más TbA y solo yeso; yeso más TbA y TbA solo.

En conclusión hay poca evidencia de que el uso de yeso sea superior al no uso de yeso. No hay pruebas sólidas y consistentes que la combinación de yeso y TbA sea superior a la utilización de cada una por separado o que el yeso o el TbA sean superiores a la otra al aplicarse inmediatamente el tratamiento. Por lo tanto, no hay evidencia acerca del orden del tratamiento que pueda afectar el resultado. Mucha de la evidencia existente es débil y esto se explicaría por las limitaciones metodológicas.

## **1.6 Stretching <sup>26</sup>**

### **1.6.1 Definición**

Se define Stretching como una maniobra terapéutica pensada para elongar estructuras de tejido blando acortadas patológicamente y, por lo tanto, para aumentar la amplitud del movimiento.

El rango de movimiento normal, sin dolor, es necesario para realizar actividades de la vida diaria, y depende de la movilidad de las articulaciones y de los tejidos blandos; este último puede sufrir acortamientos adaptativos provocados por diversos factores:

- Inmovilización prolongada.
- Restricción de la movilidad.
- Patología hística por traumatismo.
- Enfermedades neuromusculares o del tejido conjuntivo
- Deformidades óseas congénitas o adquiridas.

En el caso de una Parálisis Cerebral Espástica, dependiendo del grado de daño neurológico, a nivel del sistema musculoesquelético ocurrirá acortamiento muscular, atrofia muscular y/o retracción articular, y por lo tanto el ROM tanto activo como pasivo se verá limitado.<sup>27</sup>

### 1.6.2 Modalidades de Stretching<sup>28</sup>

- **Estiramiento Pasivo:** Se clasifican según el tipo de fuerza, intensidad y duración del estiramiento.
  - a) **Manual:** Se utiliza una fuerza externa para controlar la dirección, velocidad, intensidad y duración del estiramiento y se aplica dentro del rango de una amplitud disponible, no por menos de 6 segundos, aunque se prefiere una duración entre 15 y 30 seg. En general son de corta duración y dependen de la tolerancia del paciente
  - b) **Mecánico:** La fuerza externa que se aplica para el estiramiento es de baja intensidad (5% del peso corporal), por un tiempo prolongado y mediante un equipo mecánico.
  - c) **Mecánico cíclico o intermitente:** El estiramiento es realizado mediante ciclos.
- **Inhibición Activa:** El estiramiento del músculo es facilitado por las respuestas reflejas del mismo.
- **Autoestiramiento:** El mismo paciente realiza el estiramiento de forma pasiva usando el peso de su cuerpo para ejercer la fuerza de estiramiento.

Dentro del estudio, se realizó una encuesta a 26 centros de rehabilitación pediátrica en Canadá cuyo objetivo era identificar las prácticas de estiramiento con los niños y niñas con parálisis cerebral. Incluyo preguntas acerca de la prevalencia

de la técnica pasiva, activa y estrategias de posicionamiento terapéutico utilizado en cada centro. Los parámetros a medir son duración y frecuencia, grupos musculares específicos y objetivos de los terapeutas.

Los resultados, con respecto al tiempo que invierten fueron de 10% en desempeñar técnicas de estiramiento y 15% enseñar a los niños (as), padres y cuidadores de cómo estirar el músculo. A la hora de seleccionar las técnicas de estiramiento, los estiramientos pasivos y activos fueron prevalentes en los siguientes grupos musculares: flexores de la cadera, adductores de la cadera, flexores rodilla, y los flexores plantares del tobillo. El número de repeticiones por estiramiento pasivo y activo fue de 1 a 10, sostenido de 15 a 90 segundos. Los objetivos de tratamiento de los terapeutas fueron:

- Mantener el rango articular de movimiento
- Aumentar el rango articular de movimiento para las tareas funcionales
- Aplazar o evitar la cirugía
- Alcanzar rango articular de movimiento completo.

La conclusión de los autores es que a través de esta encuesta, se observa la falta de estandarización de las técnicas de estiramiento. La suposición común de los centros es que el estiramiento logra mantener el rango articular de movimiento y que de esta manera podría influir en la capacidad funcional, pero estudios no han confirmado estos supuestos, por tanto, es necesaria la investigación para

proporcionar evidencia en el uso de modalidades y técnicas de estiramiento, para la Parálisis Cerebral Espástica.

### **1.6.3 Propiedades de los tejidos blandos.**

El tejido blando se compone de elementos contráctiles y no contráctiles, que van a responder al estiramiento, a su vez cada elemento posee propiedades mecánicas y neurofisiológicas.

#### **1.6.3.1 Propiedades mecánicas**

a) **Elementos contráctiles:** Corresponde al músculo; la unidad básica contráctil es la sarcómera, que se encuentra dispuesta en serie y esta formada por filamentos de actina y miosina superpuestos que forman puentes, los cuales en respuesta a un estiramiento, se alejan entre sí, lo contrario ocurre durante la contracción, donde los filamentos se acercan. El conjunto de sarcómeras forma una miofibrilla, a su vez el conjunto de miofibrillas forma una fibra muscular.

b) **Elementos no contráctiles:** Corresponde a los distintos tipos de tejido conectivo, capsulas articulares, ligamentos, tendones y fascias. Tienen la capacidad de resistir una carga o tensión, y de deformarse, es decir, modificar su forma tras una carga.

Cuando estos elementos se someten a estiramientos, inicialmente la deformación es proporcional a la carga; si no se sobrepasa el margen elástico, el tejido recupera su forma original, si se pasa por sobre el límite elástico, llegando al margen plástico, el tejido no recupera su forma original y se deforma.

### **1.6.3.2 Propiedades neurofisiológicas:**

a) **Elementos contráctiles:** Corresponde a los receptores musculares, el huso muscular y órgano tendinoso de golgi (OTG).

El huso muscular es el principal receptor de estiramiento y tiene por función detectar los cambios de longitud en el músculo y regular la velocidad y duración del estiramiento; se ubica dentro de una capsula fusiforme de tejido conectivo, correspondiente a la fibra intrafusar, paralela a las fibras extrafusales; el huso muscular se comunica con ambos extremos de la fibra extrafusar.<sup>29</sup>

Las terminaciones sensoriales del huso muscular corresponden a las fibras tipo Ia (miden velocidad y longitud del estiramiento), de bajo umbral de excitación y las fibras tipo II (miden sólo longitud de estiramiento). Ambas llegan a la medula con la información sensorial para hacer sinapsis con la motoneurona alfa y gamma respectivamente.

La motoneurona alfa llega a los extremos de las fibras extrafusales, y la motoneurona gamma llega a los extremos de las fibras intrafusales.

Además, en la unión musculotendinosa se ubican los OTG que rodean los extremos de las fibras extrafusales, conectados con unas 10 a 15 fibras musculares, que estimulan al órgano provocando su tensión, cuando el músculo se contrae o estira<sup>30</sup>. Para ser excitados tras una contracción activa, tienen bajo umbral, en cambio, ante los estiramientos, el umbral es alto.

Representan un mecanismo protector ante una contracción, inhibiéndola, ya que cuando el OTG se activa, este bloquea la actividad de la motoneurona alfa, consiguiendo una reducción de la tensión en el músculo.

#### **1.6.4 Características del músculo espástico infantil<sup>31</sup>.**

Pese a lo que propone clásicamente, poco se sabe acerca de los cambios estructurales y mecánicos que se producen dentro de los músculos de los niños y niñas con espasticidad. El conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos implicados en el desarrollo de la contractura ayudaría a la hora de escoger una estrategia fisioterapéutica ideal.

Las teorías tradicionales se basan en estudios sobre animales como modelo en la década de los 70'. Pero debido a lo invasivo de la intervención, no puede aplicarse en humanos, por ello, han surgido últimamente métodos alternativos para medir la longitud de la fibra muscular en los músculos espásticos de los niños y niñas con Parálisis Cerebral.

Lieber et al. Utilizó la técnica de difracción láser intraoperatoria para comparar la longitud del sarcómero del flexor ulnar del carpo, en personas con espasticidad (5 niños con parálisis cerebral y un adulto con espasticidad) y 12 participantes sin discapacidad. En ambos grupos no hubo diferencias. Otro método de evaluación es el ultrasonido, Shortland et al. Midió el espesor del musculo y el ángulo de profundidad del fascículo (ángulos en la que fascículos surgen de la aponeurosis profunda; para fines prácticos se utilizará APF) del gastrocnemio de 5 adultos sin discapacidad (24-36 años), 7 niños (as) con PC dipléjica (6-13 años) y 5 niños (as)

sin discapacidades (7-11 años). La APF de los niños (as) con espasticidad dipléjica se redujeron significativamente en comparación con el grupo control, pero la longitud de la fibra muscular real no fue diferente entre ambos grupos. Estos estudios sugieren que el mecanismo subyacente de la contractura muscular no se traduce en una reducción de sarcómeros en serie. Shortland et al. Plantea la hipótesis de que los vientres musculares del gastrocnemio se reducen en individuos con parálisis cerebral espástica a causa de la fibra muscular en lugar de disminuir la longitud del sarcómero en serie. Mohagheghi et al. Utilizó la misma técnica y encontró que el grosor del musculo gastrocnemio se redujo en las piernas comprometidas en comparación con el lado no afectado en 8 niños con hemiplejía espástica. Los autores concluyen que sus datos pueden apoyar una reducción tanto en serie y en paralelo en los sarcómeros de los gastrocnemios de los niños (as) con hemiplejía espástica. Por lo tanto sigue siendo limitado el conocimiento del mecanismo de contracción del músculo espástico.

### **1.6.5 Efecto del estiramiento sobre el músculo**

Si un músculo es sometido a un estiramiento rápido, habrá un aumento de la tensión muscular, ya que las fibras primarias la del huso muscular son estimuladas y al hacer sinapsis con la motoneurona alfa, provocan una contracción refleja (reflejo de estiramiento miotático)

En cambio, si un músculo es sometido a un estiramiento lento, se activarán los OTG, que se encargaran de inhibir la tensión muscular, dejando que se elongue el componente elástico paralelo del músculo, la sarcómera.

La literatura recomienda la aplicación del estiramiento en la práctica clínica, por sus múltiples beneficios sobre la musculatura como se explica anteriormente, pero existe escasa evidencia sobre la técnica en la Parálisis Cerebral Espástica Hemiparésica. Esto se debe en su mayoría, a que la calidad metodológica y el nivel de evidencia son bajas, la explicación recae en el tamaño de muestra pequeño que presentan estos estudios, ya que la prevalencia de Parálisis Cerebral en el mundo, es igual en cada país (2 casos por 1000 habitantes), es de esperarse que el tamaño de muestra afectará al estudio en cuanto a este parámetro.

Una revisión sistemática<sup>32</sup>, evaluó la evidencia de siete estudios, sobre la eficacia del estiramiento pasivo en niños (as) con Parálisis Cerebral Espástica en extremidad inferior, los parámetros a medir fueron: aumento de rango articular, reducción de la espasticidad y mejorar la eficiencia al caminar.

Los resultados de esta revisión, mencionan que hay pruebas contradictorias, en cuanto a si el estiramiento aumenta el rango articular de movimiento, según el autor de un estudio (Lespargot) cuyo nivel de evidencia fue de V no mostró ninguna diferencia post-estiramiento, pero tres estudios de baja, moderada y buena calidad metodológica, mostraron mejoras en el rango articular, estos fueron inferiores a 10°. Es difícil de juzgar si estas mejoras sean clínicamente relevantes. Por tanto, no parece haber pruebas concluyentes para afirmar que el estiramiento pasivo puede aumentar el rango de movimiento articular. Con respecto al cambio en la espasticidad, cuatro estudios (uno de nivel III, y otros de nivel I) obtuvieron disminución de la espasticidad después del estiramiento. Otro estudio de O'Dwyer y col. Encontraron una disminución de la espasticidad en tríceps sural, producto

del estiramiento. Como conclusión los autores proponen que el estiramiento puede reducir la espasticidad. Y por último, el análisis del estiramiento frente a la marcha, no se encontraron cambios significativos en los patrones de marcha, según la medición que arrojó la grabación de video a los 30 minutos de estiramiento. Conforme a esto, se concluye que hubo pruebas limitadas de que el estiramiento manual puede aumentar el rango articular de movimiento, reducir la espasticidad y mejorar la eficiencia al caminar de los niños y niñas con espasticidad. Por lo tanto, se requiere de mayor rigurosidad en la investigación.

## **CAPITULO 2: REVISION DE LA LITERATURA**

### **2.1 Estrategias de búsqueda**

Se realizó una búsqueda bibliográfica y revisión de la literatura en bases de datos, revistas electrónicas, sitios Web, búsqueda en biblioteca (textos) y consultas a profesionales expertos en el área neurológica infantil.

El propósito de la recopilación de datos en primera instancia, fue conocer la correlación de Parálisis Cerebral con el manejo terapéutico de pie equino infantil.

Y el segundo objetivo de dicha revisión, fue analizar de manera crítica, con respecto al tratamiento manual (stretching) y ortopédico (yeso), la evidencia clínica que existe en la actualidad.

Acerca de los estudios encontrados, se consideraron aquellos que estuvieran dentro de la clasificación “estudios analíticos” y que fueran de tipo experimental, ya que éstos le otorgan un nivel de evidencia mayor.

Tabla nº 4: Estrategias de búsqueda.

Biblioteca	UFRO	Biblioteca de las Ciencias de la Salud de la Facultad de Medicina UFRO
Internet	Sitios Web	Buscador Google
		Confederación ASpace: <a href="http://www.aspace.org">http://www.aspace.org</a>
	Revistas electrónicas	Science Direct, ELSEVIER, PEDro, Physical Therapy
	Bases de datos	PubMed
Cochrane Plus		
Consulta a expertos	Instituto de Rehabilitación Infantil TELETON Temuco	Klgo. Juan Colomera
	Escuela Especial Liwen	Klgo. Pía Martino
	Depto. De Salud Pública UFRO	Estadístico Sergio Muñoz

### **2.1.1 Base de datos utilizados y resultados de la búsqueda.**

Las bases de datos utilizadas fueron: PubMed y Cochrane Plus.

#### **Búsqueda en base de datos PubMed:**

Las palabras claves utilizadas fueron realizadas a través de términos MeSH y las que no se encontraban en éste ni en el DeCS se emplearon como términos libres.

#### **Búsqueda n°1:**

Para esta primera búsqueda los términos utilizados fueron: Cerebral Palsy, Equinus Deformity y Stretching. El propósito de esta búsqueda fue la evidencia que hay sobre el Stretching en el pie equino infantil como consecuencia de la Parálisis Cerebral. Cabe destacar que en primera instancia se realizó una búsqueda con los términos libres mencionados anteriormente y que además, no se utilizaron los operadores booleanos, tampoco se especificaron límites para la búsqueda. Dado esto, la búsqueda arrojó como resultado 6 artículos, de los cuales sólo 1 se relacionaba con nuestra pregunta de investigación.

**Tabla n° 5: Búsqueda n°1 en base de datos PubMed**

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Resultados</b>
<b>Términos Libres:</b>  <b>Estiramientos / Stretching</b>  <b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b>  <b>Pie Equino / Equinus Deformity</b>	Arrojó un total de 6 artículos, de los cuales sólo 1 artículo se relaciona con nuestra pregunta de investigación.

**Artículo seleccionado:**

1. *Stretching the triceps surae muscle after 40 degrees C warming in patients with cerebral palsy.*, Lespargot A, Robert M, Khouri N.; Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2000 Nov;86(7):712-7.

**Búsqueda n°2**

El propósito de la siguiente búsqueda fue identificar la efectividad del Stretching en la Parálisis Cerebral excluyendo el tratamiento quirúrgico. También se usa el mismo criterio que la anterior, donde las palabras claves: Cerebral Palsy, Surgical y el Stretching, se emplearon como términos libres. Para excluir el tratamiento quirúrgico se utilizó la *palabra NOT* en conjunto con el término Surgical. No se especificaron límites para la búsqueda.

**Tabla n° 6: Búsqueda n°2 en base de datos PubMed**

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Resultados</b>
<b>Términos Libres:</b>  <b>Estiramientos / Stretching</b>  <b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b>  <b>Cirugía / Surgical</b>	Los términos Cerebral Palsy con Stretching y “NOT” para excluir a la cirugía como tratamiento médico, el cual arrojó un total de 41 artículos, de los cuales se seleccionaron 4 artículos que se relacionaban con nuestro estudio.

**Artículos seleccionados:**

1. *Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going?*. Wiart L, Darrah J, Kembhavi G. *Pediatr Phys Ther.* 2008 Summer;20(2):173-8.
2. *Changes of calf muscle-tendon properties due to stretching and active movement of children with cerebral palsy--a pilot study.* Zhao H, Wu YN, Liu J, Ren Y, Gaebler-Spira DJ, Zhang LQ. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2009;2009:5287-90.
3. *Electrical simulation in addition to passive stretch has a small effect on spasticity and contracture in children with cerebral palsy: a randomised*

*within-participant controlled trial.* Khalili MA, Hajihassanie A. Aust J Physiother. 2008;54(3):185-9.

4. *The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy.* Pin T, Dyke P, Chan M. Dev Med Child Neurol. 2006 Oct;48(10):855-62.

### **Búsqueda n°3**

Para esta búsqueda, se consideró el tratamiento con yeso para la deformidad en equino en niños con Parálisis Cerebral, para ello, las palabras claves a utilizar fueron: Equinus Deformity, Cerebral Palsy y Cast como términos libres. No se especificaron límites para la búsqueda.

**Tabla n° 7: Búsqueda n°3 en base de datos PubMed**

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Resultados</b>
<b>Términos libres:</b> <b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b> <b>Pie Equino / Equinus Deformity</b> <b>Yeso / Cast</b>	Se utilizó el término “AND” para unir los términos: Cerebral Palsy, Equinus Deformity y Cast. De los resultados obtenidos, se excluyeron aquellos que tuvieran como terapia de base la toxina botulínica. Total de artículos: 10. Artículos seleccionados: 2

### **Artículos seleccionados:**

1. *A systematic review of the effects of casting on equinus in children with cerebral palsy: an evidence report of the AACPDm.* Blackmore AM, Boettcher-Hunt E, Jordan M, Chan MD. Dev Med Child Neurol. 2007 Oct;49(10):781-90.
2. *Toe-walking in children younger than six years with cerebral palsy. The contribution of serial corrective casts.* Cottalorda J, Gautheron V, Metton G, Charmet E, Chavrier Y. J Bone Joint Surg Br. 2000 May;82(4):541-4.

### **Búsqueda en base de datos PubMed con términos MeSH:**

Como en la anterior búsqueda no estaban involucrados los términos MeSH, no había límites y tampoco estaban presentes los operadores booleanos, en este tópico, lo estarán.

### **Búsqueda n°1 con Términos MeSH**

En la primera búsqueda se utilizaron las siguientes palabras MeSH: Cerebral Palsy, Muscle Stretching Exercises y Equinus Deformity. Para la formación de la frase a continuación, se emplearon los operadores booleanos “AND” y “OR”. En primera instancia, la búsqueda se realizó solamente con el operador booleano AND, pero no arrojó resultados. Luego se utilizó el operador booleano OR para la deformación en equino y es así como la frase nos queda de la siguiente manera.

("Cerebral Palsy"[Mesh] AND "Muscle Stretching Exercises"[Mesh]) OR "Equinus Deformity"[Mesh]

Los resultados arrojaron 248 artículos, especificar límites de búsqueda. Luego para hacer más específica la búsqueda, se incluyeron los siguientes límites:

Humans, Clinical trial, Meta-analysis, Practice guideline, Randomized controlled trial, Review y publicación hasta 5 años. Con esto se obtuvieron 30 artículos.

**Tabla n° 8: Búsqueda n°1 en base de datos PubMed con términos MeSH**

Termino de búsqueda	Resultados
<b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b>	Los resultados que arrojó la búsqueda sin límites: 248 artículos.
<b>Estiramiento / Muscle Stretching Exercises</b>	Los resultados obtenidos con límites: 30 artículos
<b>Pie Equino / Equinus Deformity</b>	

**Búsqueda n°2 con Términos MeSH**

Para la segunda búsqueda, se utilizaron los términos MeSH: Cerebral Palsy, Muscle Stretching Exercises y Surgical Procedures, Operative. El propósito de esta búsqueda es para identificar la terapia manual “Stretching” y excluir el tratamiento quirúrgico. Para ello, se empleó el operador booleano “NOT”. Los límites antes mencionados permanecen en la búsqueda. Por tanto, la frase de búsqueda queda así:

("Cerebral Palsy"[Mesh] AND "Muscle Stretching Exercises"[Mesh]) NOT "Surgical Procedures, Operative"[Mesh]

Los resultados de la búsqueda arrojaron los siguientes artículos

1. *Changes of calf muscle-tendon properties due to stretching and active movement of children with cerebral palsy--a pilot study.* Zhao H, Wu YN, Liu J, Ren Y, Gaebler-Spira DJ, Zhang LQ. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2009;2009:5287-90. (este artículo se encuentra en la búsqueda numero 2 de PubMed a través de términos libres –ver atrás-)
2. *Electrical simulation in addition to passive stretch has a small effect on spasticity and contracture in children with cerebral palsy: a randomised within-participant controlled trial.* Khalili MA, Hajihassanie A. *Aust J Physiother.* 2008;54(3):185-9. (este artículo se encuentra en la búsqueda numero 2 de PubMed a través de términos libres –ver atrás-)
3. *Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going?.* Wiart L, Darrah J, Kembhavi G. *Pediatr Phys Ther.* 2008 Summer;20(2):173-8. Review. (este artículo se encuentra en la búsqueda numero 2 de PubMed a través de términos libres –ver atrás-)
4. *Effects of massage on the mechanical behaviour of muscles in adolescents with spastic diplegia: a pilot study.* Macgregor R, Campbell R, Gladden MH, Tennant N, Young D. *Dev Med Child Neurol.* 2007 Mar;49(3):187-91.

**Tabla n° 9: Búsqueda n°2 en base de datos PubMed con términos MeSH**

Termino de búsqueda	Resultados
<p><b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b></p> <p><b>Estiramiento / Muscle Stretching Exercises</b></p> <p><b>Cirugía / Surgical Procedures, Operative</b></p>	<p>Los términos Cerebral Palsy y Muscle Stretching Exercises se unen con el operador booleano “AND”. Para excluir la cirugía, se emplea el operador booleano “NOT”.</p> <p>Mismos límites de búsqueda.</p> <p>Resultados obtenidos: 4 artículos.</p>

**Búsqueda n°3 con Términos MeSH**

Para la tercera búsqueda, los términos MeSH empleados fueron: Cerebral Palsy, Equinus Deformity y Casts, Surgical. Se mantuvieron los límites de búsqueda. El operador booleano a utilizar fue “AND”. La frase de búsqueda es la siguiente:

("Cerebral Palsy"[Mesh] AND "Equinus Deformity"[Mesh]) AND "Casts, Surgical"[Mesh]

Los resultados obtenidos para esta búsqueda con los criterios antes mencionados arrojaron 3 artículos.

1. *Assessment protocol for serial casting after botulinum toxin a injections to treat equinus gait.* Kelly B, MacKay-Lyons MJ, Berryman S, Hyndman J, Wood E. *Pediatr Phys Ther.* 2008 Fall;20(3):233-41.
2. *A pilot study of delayed versus immediate serial casting after botulinum toxin injection for partially reducible spastic equinus.* Newman CJ, Kennedy A, Walsh M, O'Brien T, Lynch B, Hensey O. *J Pediatr Orthop.* 2007 Dec;27(8):882-5. (este artículo se encuentra en la búsqueda numero 3 de PubMed a través de términos libres –ver atrás-)
3. *A systematic review of the effects of casting on equinus in children with cerebral palsy: an evidence report of the AACPDM.* Blackmore AM, Boettcher-Hunt E, Jordan M, Chan MD. *Dev Med Child Neurol.* 2007 Oct;49(10):781-90. (este artículo se encuentra en la búsqueda numero 3 de PubMed a través de términos libres –ver atrás-)

**Tabla n° 10: Búsqueda n°3 en base de datos PubMed con términos MeSH**

Termino de búsqueda	Resultados
<b>Parálisis Cerebral / Cerebral Palsy</b>  <b>Estiramiento / Equinus Deformity</b>  <b>Yeso / Casts, Surgical</b>	Para los términos MeSH se emplea l operador boleano “AND”.  Mismos límites de búsqueda.  Resultados obtenidos: 3 artículos.

#### **Búsqueda n°4 con Términos MeSH**

Para la cuarta búsqueda los términos utilizados fueron Cerebral Palsy, Equinus Deformity, Casts, Surgical, Muscle Stretching Exercises y Surgical Procedures, Operative. Se mantuvieron los mismos límites de búsqueda. Los operadores booleanos empleados fueron AND para incluir todos los términos excepto el último. Y para ello se emplea el operador booleano NOT. El propósito de esta búsqueda es poder encontrar artículos que relacionen el pie equino como consecuencia de la Parálisis Cerebral con la terapia manual mencionada en comparación con el uso de yeso, excluyendo el procedimiento quirúrgico. La frase de búsqueda se presenta de la siguiente forma:

```
((("Cerebral Palsy"[Mesh] AND "Equinus Deformity"[Mesh]) AND "Casts, Surgical"[Mesh]) AND "Muscle Stretching Exercises"[Mesh]) NOT "Surgical Procedures, Operative"[Mesh])
```

En esta cuarta búsqueda no se obtienen artículos. Con ello podemos concluir: no existe artículo alguno que pueda comparar ambos tratamientos.

#### **Búsqueda en Biblioteca Cochrane Plus:**

Se realiza una búsqueda en la biblioteca Cochrane Plus con la modalidad “Búsqueda Asistida”.

En la primera búsqueda se utilizan las palabras claves: Cerebral Palsy con el operador booleano “AND” en Equinus Deformity, con la finalidad de obtener datos sobre el manejo clínico de la deformidad de equino y la Parálisis Cerebral. Los

resultados arrojaron 14 artículos, de los cuales se escoge sólo uno, esto, porque el resto de los artículos fueron identificados en PubMed.

*Gastrocnemius and soleus lengths in cerebral palsy equinus gait--differences between children with and without static contracture and effects of gastrocnemius recession.* Wren TA, Do KP, Kay RM. J Biomech. 2004 Sep;37 (9):1321-7.

En la segunda búsqueda, los términos empleados fueron: Cerebral Palsy unido a Stretching a través del operador booleano “AND”, esto con el propósito de ver los artículos relacionados a el tratamiento manual de Stretching en niños con Parálisis Cerebral. Para descartar el tratamiento quirúrgico, se utiliza el operador booleano “NOT” acompañando al término Surgical. De esta búsqueda los resultados obtenidos fueron 17 artículos, de los cuales se selecciona uno, por su relación con nuestro estudio:

*Effects of prolonged muscle stretch on reflex and voluntary muscle activations in children with spastic cerebral palsy.* Tremblay F, Malouin F, Richards CL, Dumas F. Scand J Rehabil Med. 1990;22(4):171-80.

La tercera búsqueda se relaciona con el tratamiento ortopédico de yeso en pie equino como consecuencia de la Parálisis Cerebral. Para ello, se emplearon los términos: Cerebral Palsy, Equinus Deformity y Cast ligados al operador booleano “AND”. Resultaron 3 artículos, de los cuales ninguno es seleccionado, pues no se relaciona con nuestro estudio.

Para la última búsqueda, se utilizaron los términos: Cerebral Palsy, Equinus Deformity, Cast y Stretching, unidos con el operador booleano “AND”. Los resultados extraídos fueron 3 artículos, de ellos ninguno se seleccionó, ya que estos artículos, se repetían en las anteriores búsquedas.

### **2.1.2 Consulta a expertos**

**Klgo. Juan Colomera del Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Araucanía:**

Klgo. Con experiencia clínica en el manejo de niños y niñas con Parálisis Cerebral en el tratamiento de yeso seriado en pie equino. La consulta realizada responde principalmente a la experiencia clínica en el tratamiento ortésico de yeso, la evidencia científica con respecto al mismo y los beneficios observados en los niños (as) del Instituto. Lo cual responde: *“hace un año aproximadamente que se está empleando nuevamente el tratamiento de yeso en niños y niñas con pie equino. Nuestro equipo multidisciplinario ha encontrado estudios científicos que avalan el uso de yeso seriado en niños (as) con Parálisis Cerebral y cuyos beneficios han sido comprobados en una población infantil con características similares a la de nuestros niños (as)”*.

**Klgo. Pía Martino de la “Escuela Especial Liwen” en Temuco:**

Klgo. Con experiencia clínica en el manejo de la espasticidad infantil en niños y niñas con Parálisis Cerebral. La pregunta tiene los mismos lineamientos que el anterior, pero el enfoque es sobre la técnica de Stretching. Otro punto importante

fue la decisión de establecer el tipo de Parálisis Cerebral a tratar debido a los efectos que se pretendía lograr.

## **2.2 Conclusión de la revisión**

En cuanto a la evidencia clínica y científica de la terapia basal que utilizaremos - aplicación de yeso seriado de bota corta- existen estudios que avalan su efectividad en los parámetros de disminución de la espasticidad medida por la escala de Ashworth Modificada, aumento de rango articular de movimiento en extremidad inferior, disminución de recidiva en niños y niñas con pie equino y retraso de cirugía. La evidencia de los resultados al respecto, es de gran utilidad para los objetivos planteados. Sobre el stretching, clínicamente se observan resultados favorables en el aumento del rango articular de movimiento, aún no existe acuerdo sobre la dosificación de esta terapia en pie equino. Además los estudios encontrados muestran una deficiente calidad ya sea por el tamaño muestral o porque no se especifica la intervención a tratar sobre los pacientes. Con estos antecedentes podemos concluir que existe una precaria evidencia sobre el tratamiento de pie equino en niños (as) con Parálisis Cerebral.

## **CAPITULO 3: DISEÑO DE INVESTIGACION**

### **3.1 Justificación del diseño**

El objetivo de nuestro estudio es evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en la disminución de recidivas de pie equino post-tratamiento con yeso seriado, por lo tanto el diseño de investigación apropiado para responder nuestra interrogante es un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA), debido a sus características:

- Prospectivo, podemos ejecutar la intervención con Stretching Pasivo Manual y evaluar en el tiempo su efecto.
- Emplea intervenciones, que en nuestro estudio corresponde al Stretching Pasivo Manual post-tratamiento con yeso seriado.
- Utiliza un grupo control, con el fin de comparar el efecto de la aplicación o no aplicación de Stretching Pasivo Manual después del tratamiento con yeso seriado. Nuestro estudio contará con un grupo control que sólo recibirá tratamiento con yeso seriado.
- Aleatorizado o Randomizado, es decir, cada niño (a) que sea parte de la muestra tendrá la misma probabilidad de que le sea asignado ser parte del grupo control o grupo intervención.
- Enmascarado o cegado.

- Utiliza una muestra, que forma parte de la población accesible, para permitir que los resultados sean extrapolados a la población diana, correspondiente a todos aquellos niños (as) que presenten Pie Equino como consecuencia de Hemiparesia Espástica.

La población accesible se concentra, en su mayoría, en el IRI Teletón Temuco, y debido a que no es suficiente para el tamaño muestral mínimo que permite extrapolar los datos a la población, decidimos incluir en el estudio al IRI Teletón Concepción, por lo tanto será un ECCA multicéntrico. Bajo estas condiciones, se determina un protocolo común para el equipo de trabajo, que será aplicado en ambos centros de intervención. Dicho protocolo incluye duración de terapias, períodos de evaluación, etc.

Si bien la planificación y administración es un poco más compleja y se necesita coordinar un control, supervisión, recogida y manipulación de los datos más riguroso entre ambos centros, un estudio multicéntrico permite obtener conclusiones más representativas que si se hubiese trabajado sólo con un centro y estudiar a un número de pacientes en menor tiempo, debido al trabajo paralelo.

Se contará con un centro coordinador ubicado en las dependencias de la Universidad de La Frontera, cuya función será procesar todos los datos y analizar los resultados de la investigación.

### **3.2 Pregunta de investigación**

¿Es efectivo el Stretching Pasivo Manual en la disminución de recidivas de Pie Equino post-tratamiento con yeso seriado en niños y niñas entre 3 y 8 años, con Hemiparesia Espástica, atendidos en el Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Temuco y Teletón Concepción entre los meses de marzo de 2011 y septiembre de 2012?

### **3.3 Objetivo general**

Evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en la disminución de recidivas de Pie Equino post-uso de yeso seriado en niños y niñas con Hemiparesia Espástica.

### **3.4 Objetivos específicos**

- Evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en la mantención de rango articular de tobillo post- tratamiento con yeso seriado en Pie Equino de niños y niñas con Hemiparesia Espástica.
- Evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en la mantención del grado de espasticidad de tríceps sural post- tratamiento con yeso seriado en Pie Equino de niños y niñas con Hemiparesia Espástica.

### **3.5 Justificación de la pregunta de investigación: análisis FINER**

Una vez propuesta la pregunta de investigación, ésta debe ser analizada desde diferentes perspectivas, con el fin de justificar la confección y ejecución de un estudio que permita responder la interrogante planteada por los investigadores.

Nuestro estudio se enfoca en niños y niñas con diagnóstico de PC Hemiparésica Espástica que estén en la condición de haber desarrollado pie equino, esta población es accesible ya que en nuestro medio, son atendidos en los IRI Teletón Temuco y Concepción, lugares que además, serán utilizados para la ejecución de este proyecto. Algunas de las ventajas que nos ofrece el trabajar en estos institutos es que cuentan con suficiente espacio físico e implementación para realizar las intervenciones, información necesaria acerca de la historia clínica de los pacientes (requerida para los criterios de elegibilidad) y profesionales del área clínica (kinesiólogo, fisiatra, enfermera) con experiencia en el manejo de niños (as) con Parálisis Cerebral, que podrían ser contratados para trabajar en el estudio. Debemos considerar además, que la técnica kinésica en estudio es fácil de enseñar a aquellas personas que están a cargo del cuidado de los niños (as) y puede ir asociada a juegos para lograr su adherencia a la terapia; además, el costo monetario y tiempo invertido en la investigación no son excesivos. Por lo tanto, es un estudio viable o factible.

Los resultados de este estudio constituirán evidencia científica útil para el kinesiólogo en el área de rehabilitación neurológica infantil, ya que, si se comprueba que el Stretching Pasivo Manual es efectivo en el manejo de Pie

Equino post-tratamiento con yeso seriado de bota corta, se podrá retrasar el uso del yeso por segunda vez o en última instancia, se postergará por mas tiempo la intervención quirúrgica para corregir la deformidad, por lo tanto nuestra intervención cumpliría su objetivo. Así, se torna un estudio interesante para el kinesiólogo.

También, responder nuestra interrogante permitirá proporcionar evidencia de buena calidad respecto a la efectividad del Stretching Pasivo Manual en este tipo de deformidad en el pie, además, nunca ha sido planteada como un problema a resolver, por lo que, contestar nuestra pregunta de investigación es novedosa.

Al tratarse de menores de edad como participantes del estudio, es indispensable contar con la autorización y consentimiento informado de los padres o tutores legales a cargo de ellos. La ejecución del estudio respeta los 4 principios éticos, máximos y mínimos, fundamentales en el ámbito de investigación en salud. Respecto al principio de autonomía, los pacientes que cuenten con los criterios de inclusión no serán obligados a participar del estudio, sus padres o tutores legales tienen el deber de velar y decidir si la participación del niño (a) es conveniente o no. Los beneficios que se pueden lograr con la intervención a la cual se someterán, son mayores que los daños, sujetándose al principio de no maleficencia, además, en caso de que la aplicación de Stretching Pasivo Manual no fuera efectiva, se asegura el tratamiento del niño con la terapia basal de yeso seriado de bota corta, respetándose el principio de beneficencia, que se basa en la búsqueda del bien para todas las personas. Por último, cada niño y niña tendrá la misma probabilidad de pertenecer a cualquiera de los 2 grupos de estudio (control o experimental) basado

en el principio de justicia, que establece igualdad de condiciones para todos, pues se utilizará un tipo de asignación aleatoria de las terapias a cada paciente que ingrese al estudio. Bajo estas condiciones aseguramos un trabajo con fundamentos éticos.

La evidencia generada a través de nuestro estudio indicará la magnitud del efecto del Stretching Pasivo Manual en la disminución de recidivas de pie equino en niños (as) con Hemiparesia Espástica, este efecto de ser beneficioso, influirá directamente en la población con características similares a los pacientes del estudio, ya que la disminución de recidivas de Pie Equino se traduce en una disminución en el uso de yeso seriado de bota corta, y quizás a largo plazo, podría retrasar intervenciones quirúrgicas correctivas del pie, para lo cual se sugieren posteriores estudios. Otro aspecto importante a considerar es que el Stretching Pasivo Manual es un tipo de terapia que puede ser aplicada por los padres en sus casas, en el caso de aquellos que participaron en el estudio, podrán comprobar lo necesario y útil que puede llegar a ser la ejecución de una sesión continua de ejercicios, ya que muchas veces en la práctica clínica el kinesiólogo asigna determinadas “tareas para la casa”, pero no siempre son cumplidas con rigurosidad y constancia. Por estas razones, para el niño (a) y su familia serán relevantes los resultados de nuestra investigación.

### **3.6 Localización del lugar de trabajo**

Para la ejecución de este proyecto de investigación se dispondrá del Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Temuco y de Concepción, previa autorización por parte de los directores de cada centro, el cual cuenta con las condiciones necesarias requeridas por nuestro estudio que se explican a continuación.

En primer lugar, es el centro (IRI Teletón) al cual concurren los niños (as) que son parte de la población diana y accesible, por lo tanto, una determinada cantidad de ellos será seleccionado para formar parte de la muestra, además, los menores están habituados al entorno humano e instrumental del instituto, por lo que contactarlos en este centro y luego derivarlos a otro lugar de intervención, podría ocasionar ciertas descompensaciones de tipo emocional u orgánica, pues son debemos olvidar que muchos de ellos presentan trastornos del desarrollo asociados a la Parálisis Cerebral.

### **3.7 Población de estudio**

#### **3.7.1 Población Diana**

Es la población a la cual hace referencia la pregunta de investigación, corresponde a aquellos niños (as) con diagnóstico de Hemiparesia Espástica, asociada a la deformidad de Pie Equino.

#### **3.7.2 Población Accesible**

Es parte de la población diana y corresponde a aquellos individuos que son de más fácil acceso para los investigadores. En esta investigación, equivale a los niños (as) con diagnóstico de Hemiparesia Espástica, que presenten deformidad de Pie Equino y que son atendidos en el IRI Teletón Temuco y Concepción.

#### **3.7.3 Muestra**

Corresponde a aquellos niños (as) que cumplen con los criterios de elegibilidad y que cuyos padres o tutores legales hayan firmado el consentimiento informado.

### **3.8 Criterios de elegibilidad y justificación**

El determinar los criterios de elegibilidad (inclusión y exclusión), nos permite asegurar que el estudio responda a la pregunta de investigación, para luego extrapolar los resultados a todos aquellos individuos que presentan criterios similares a los establecidos en el estudio.

### 3.8.1 Criterios de inclusión

Podrán ingresar al estudio los niños y niñas que:

- ❖ Tengan diagnóstico de Parálisis Cerebral Hemiparésica Espástica: A nivel internacional, el tipo de Parálisis Cerebral más prevalente es la Diparesia Espástica, seguida por la Hemiparesia Espástica, sin embargo, nuestra realidad local es diferente: según datos proporcionados por el IRI Teletón Temuco y Concepción, la Hemiparesia Espástica encabeza la lista de prevalencia, y la mayoría de los niños (as) que la presentan, desarrollan Pie Equino.
- ❖ Posean un nivel de compromiso funcional leve o moderado: Los niños (as) con este nivel de compromiso funcional corresponden aproximadamente al 73 % del total de niños (as) con Parálisis Cerebral, por lo tanto los resultados del estudio podrán extrapolarse a la mayoría de niños con Hemiparesia Espástica. Además los niños (as) con un compromiso grave o severo, lo más probable es que ya tengan un historial de intervenciones quirúrgicas en el pie.

La información respecto al compromiso funcional de cada niño (a) será obtenida de la ficha clínica Teletón, realizada en base a un examen clínico por el fisiatra a cargo del centro.

- ❖ Sean pacientes activos en el IRI Teletón Temuco y Concepción: Deben ser pacientes que asistan regularmente a este centro, para poder realizar las intervenciones y mediciones pertinentes al estudio.
- ❖ Tengan entre 3 y 8 años de edad: Los niños y niñas menores de 3 años suelen no cooperar con el tratamiento, no deambulan independientemente y no se considera el yeso seriado de bota corta dentro de las opciones terapéuticas para el manejo de pie equino. Aproximadamente hasta los 8 años se aplica el yeso seriado de bota corta, más adelante el manejo del pie equino es quirúrgico<sup>33</sup>.
- ❖ Presenten deformidad del pie en equino puro, asociado a varo o valgo con un rango de movimiento pasivo menor a 10° de dorsiflexión, con un endfeel blando, que indique una limitación del movimiento por contractura muscular.
- ❖ Tengan un puntaje en la Escala de Ashworth Modificada  $\leq 3$  en la musculatura plantiflexora de tobillo.
- ❖ Deambulen independientemente.
- ❖ Sus padres o tutores hayan firmado el consentimiento informado para su participación en el estudio.

### **3.8.2 Criterios de exclusión**

No podrán ingresar al estudio los niños y niñas que:

- ❖ Presenten una deformidad ósea del pie. Se confirmará mediante radiografía. Para lograr evaluar la efectividad del Stretching Pasivo Manual en Pie Equino, es necesario que la deformidad sea causada por la contractura muscular del tríceps sural
- ❖ Presenten pie equino-varo congénito (pie zambo). En esta situación el niño (a) presenta desde mucho antes una deformidad ósea en su pie.
- ❖ No quieran cooperar en la terapia.
- ❖ Tengan un historial previo de intervenciones quirúrgicas para la corrección de la deformidad del pie en equino, ya sea tenorrafia de tríceps sural o transposición de tendón del músculo tibial posterior, entre otras.
- ❖ Usen infiltraciones de toxina botulínica tipo A para el tratamiento de la espasticidad. La acción de la toxina botulínica es denervar la musculatura que es infiltrada sin discriminar aferencias o eferencias nerviosas, en este sentido la terapia farmacológica perjudicaría la propiocepción táctil y por tanto la sensibilidad de los receptores para su decodificación a nivel central.
- ❖ Presenten erosiones en la piel.
- ❖ Presenten reacciones alérgicas al material utilizado en el yeso.

### **3.9 Reclutamiento**

Parte importante del proceso de reclutamiento es la autorización por parte de los directores de las instituciones para iniciar las actividades planificadas por el estudio.

En primer lugar se invitará a una charla expositiva a los padres de los niños (as) entre 3 y 8 años con diagnóstico de Hemiparesia Espástica, para informar acerca de los principales aspectos del estudio y responder inquietudes con respecto a este. Luego se presentará el consentimiento informado (Anexo nº 2) a los padres o tutores que autoricen la participación de los niños (as) en el estudio. De los niños (as) cuyos padres o tutores hayan firmado el consentimiento informado, se seleccionarán aquellos que cumplan con el resto de los criterios de elegibilidad, basado en el examen físico y revisión de sus fichas clínicas. Finalmente serán estos niños (as) constituirán la muestra de nuestro estudio.

### **3.10 Aleatorización**

Una vez realizado el reclutamiento, corresponde la asignación aleatoria de los tratamientos a cada uno de los pacientes. El propósito primario de la aleatorización es garantizar que la posible inferencia causal observada al final del estudio no se deba a otros factores. La literatura propone una gran variedad de procedimientos de aleatorización<sup>34</sup>. Se realizará la asignación de terapias mediante aleatorización estratificada simple por centro participante, este tipo de aleatorización nos ayuda a

evitar que los grupos de tratamientos presenten diferencias importantes en las características de los pacientes, tales como grado de espasticidad, rango de movimiento articular pasivo, grado de limitación funcional, nivel socioeconómico de los padres, nivel de educación de los padres, sexo y edad. En base a estas variables se crean estratos, al final de la estratificación se efectúa la asignación de la maniobra a través de asignación simple.

### **3.11 Enmascaramiento**

La aleatorización sólo ayuda a eliminar la influencia de las variables de confusión que existen en el momento de la asignación al azar de los grupos, pero no elimina las diferencias que surgen entre los grupos durante el período de seguimiento. El enmascaramiento o cegamiento previene determinados sesgos en las diversas etapas del ensayo clínico y protege la secuencia después de la asignación al grupo de tratamiento; en un estudio sin enmascaramiento el investigador o el personal a cargo pueden proporcionar mayor atención o tratamiento extra a los pacientes que él sabe que están recibiendo la terapia en estudio o pueden realizar la medición de variables de una forma mucho más rigurosa en el grupo control que en el grupo intervención<sup>35</sup>. Nuestro estudio será simple ciego, ya que sólo el personal encargado de realizar las intervenciones, mediciones y análisis de datos estará cegado. Los kinesiólogos de cada centro encargados de aplicar el Stretching Pasivo Manual, sólo serán informados respecto a los objetivos del estudio una vez que hayan finalizado el período de aplicación de Stretching Pasivo Manual en los

niñas (as) del estudio, en una primera instancia, cuando sean contratados se les explicará que por efecto del enmascaramiento es que no podrán recibir mas información acerca de la investigación y que sólo deben cumplir con asistir a una capacitación y comenzar con la intervención. Los pacientes no podrán someterse a enmascaramiento debido a que sus padres serán previamente informados- mediante charla sobre el estudio- respecto a la intervención que recibirá cada grupo, de modo que aquellos padres que se les instruya sobre la aplicación de Stretching Pasivo Manual, sabrán qué tipo de intervención se ha asignado a su hijo (a).

### **3.12 Descripción de la intervención**

Para asegurar la comparabilidad entre los grupos experimental y control del estudio, se empleará una terapia de base para ambos grupos que consistirá en la aplicación de yeso seriado de bota corta, cuyo propósito será lograr un estado similar entre los niños (as). Posterior a las mediciones basales y asignación aleatoria de las terapias, se efectuará una capacitación a los padres o tutores cuyos niños (as) se les haya asignado el grupo experimental, sobre la aplicación del Stretching Pasivo Manual.

#### **Terapia basal**

Una vez realizada la medición basal, un fisiatra será quien aplique el yeso seriado en cada instituto. La aplicación del yeso tendrá una duración de 7 días, posterior a

ello, el mismo fisiatra sacará el yeso y colocará uno nuevo; este proceso tendrá una duración de 3 semanas. Se utiliza este período ya que la evidencia existente demuestra que en esta fase de tiempo se obtienen los resultados de 20° de dorsiflexión. Entre cada aplicación se realizará un aumento de rango articular pasivo. La posición adoptada por el niño para la aplicación del yeso es en decúbito prono con rodilla del hemicuerpo afectado en flexión de 90°.

Figura n° 6: Posición para aplicación de yeso



## **Protocolo para la aplicación de Stretching Pasivo Manual**

Debido a que las sesiones de Stretching Pasivo Manual son de larga duración y que los destinatarios de esta intervención son niños (as), se debe realizar con actividades y material lúdico, pensando en que estos ejercicios deberán ser ejecutados en sus hogares ayudados por los padres o tutores.

La aplicación de Stretching Pasivo Manual comenzará a la 5ª semana y finalizará en la 10ª semana. Durante la primera semana de stretching (5ª semana) será el kinesiólogo quien realice la maniobra en compañía de los padres o tutores del niño (a) que observarán y aprenderán la ejecución de cada ejercicio. Además los niños (as) deberán asistir todos los días durante esa semana a su respectivo centro. Cada sesión proporcionada por el kinesiólogo tendrá una duración de 1 hora, que será distribuida en 30 minutos de ejecución de las actividades y 30 minutos de enseñar la técnica. Si el tutor o padre del niño (a) no logra comprender la técnica, se contará con la asistencia de un alumno ayudante de 4º año que esté cursando la carrera de kinesiología y que guíe al tutor o padre del niño (a). Una vez terminada esta semana, los padres o tutores deberán realizar las actividades indicadas por el kinesiólogo por 5 días; se reunirán con el kinesiólogo un día por semana para mostrar la realización de estas actividades y proporcionar el feedback en la técnica. Para el stretching en el hogar, la dosificación será de 1 serie de 10 repeticiones manteniendo 15 segundos el estiramiento manual pasivo de tobillo.<sup>36</sup> Se realizará de acuerdo a la progresión que el niño (a) vaya adquiriendo a través del tiempo, comenzando por ejercicios de rodilla en 90° para avanzar a rodilla extendida.

### Actividad n° 1: Amasar con el pie

- **Posición del niño (a):** sentado sobre un banquillo con rodillas en flexión de 90° y apoyo de ambos talones sobre el suelo. Se ubica bajo la planta del pie afectado un uslero y bajo éste un trozo de plasticina para ejemplificar una masa.
- **Posición del Kinesiólogo:** sentado lateral al niño (a), ubica sus manos en el pie.
- **Ejecución:** se solicita al niño (a) que realice el movimiento de amasar con el uslero el trozo de plasticina con su pie afectado. Este movimiento será dirigido por el kinesiólogo para su correcta ejecución evitando compensaciones. Para efectos del stretching, el kinesiólogo deberá llevar el tobillo a una máxima dorsiflexión que sea lenta y pasiva con una fuerza aplicada no dolorosa y sostener por 15 segundos la dorsiflexión, para luego continuar con el movimiento realizado por el niño (a). La tomada es mano caudal del kinesiólogo sobre antepié por la zona plantar y mano cefálica estabiliza rodilla y ejerce una fuerza hacia dorsal (piso), en este caso el uslero es útil para el estiramiento del músculo. El propósito de este juego es que realice la dorsiflexión de tobillo y pueda ser incluido dentro de los juegos del niño en su hogar.

Figura nº 7: Actividad 1, “Amasar con el pie”: a) posición inicial de juego activo de la niña mientras la kinesióloga ayuda a guiar el movimiento para que no resbale; b) posición de juego con la extremidad afectada; c) posición final de dorsiflexión con aplicación de Stretching Pasivo Manual en tobillo.

a)



b)



c)



## Actividad n° 2: Manejar un autobús

- **Posición del niño (a):** sentado sobre un banquillo, con ambas rodillas en flexión y talones apoyados sobre el suelo. Bajo sus pies se ubicarán 2 papeles de colores: rojo para frenar y verde para acelerar.
- **Posición del Kinesiólogo:** sentado lateral al niño (a), ubica su mano caudal en el talón del niño (a) con tomada en copa y con mano cefálica estabiliza rodilla.
- **Ejecución:** se invita al niño (a) a manejar un auto, donde usará sus pies para frenar y acelerar. Con el pie indemne deberá acelerar (papel verde) y con el pie afectado deberá frenar (papel rojo). Como siempre acelerará con el pie indemne, el pie afectado deberá estar en constante dorsiflexión. La dorsiflexión, será dirigida por el kinesiólogo, el movimiento será lento y pasivo, además deberá aplicar una fuerza tal que logre un máximo rango articular de movimiento no doloroso y sostener por 15 segundos la dorsiflexión.
- **Consigna:** para comenzar: *“hoy vamos a manejar un autobús”*. Mientras acelera con su pie indemne apoyado completamente sobre el papel verde que está en el suelo, se plantea una situación como la siguiente: *“tenemos que frenar porque un pasajero se subirá al autobús”*, entonces se deja libre el pie afectado y toca con la planta el papel rojo.

Figura nº 8: Actividad 2: “Manejar un autobús”: a) posición inicial del juego; b) posición del kinesiólogo; c) posición final, Stretching Pasivo Manual con dorsiflexión.

a)



b)



c)



### Actividad n° 3: Estiramiento pasivo de tríceps sural

**Posición del niño (a):** decúbito supino sobre una colchoneta, con las rodillas en extensión.

**Posición del Kinesiólogo:** A un costado del niño (a) sobre la colchoneta.

**Ejecución:** Mano cefálica del kinesiólogo estabiliza pierna tomando la rodilla en extensión. Mano caudal del kinesiólogo toma el talón del pie en forma de copa. Antebrazo de mano caudal del kinesiólogo se apoya sobre la planta del pie. El kinesiólogo realiza una dorsiflexión de tobillo en forma lenta y pasiva, elongando el músculo dentro de un rango de movimiento no doloroso.

Figura n° 9: Actividad 3: “Estiramiento pasivo de músculo tríceps sural”



Nota: Antes y durante la ejecución de cada ejercicio, se debe cuidar la postura del niño (a), alineando en lo posible, cabeza, tronco y extremidades.

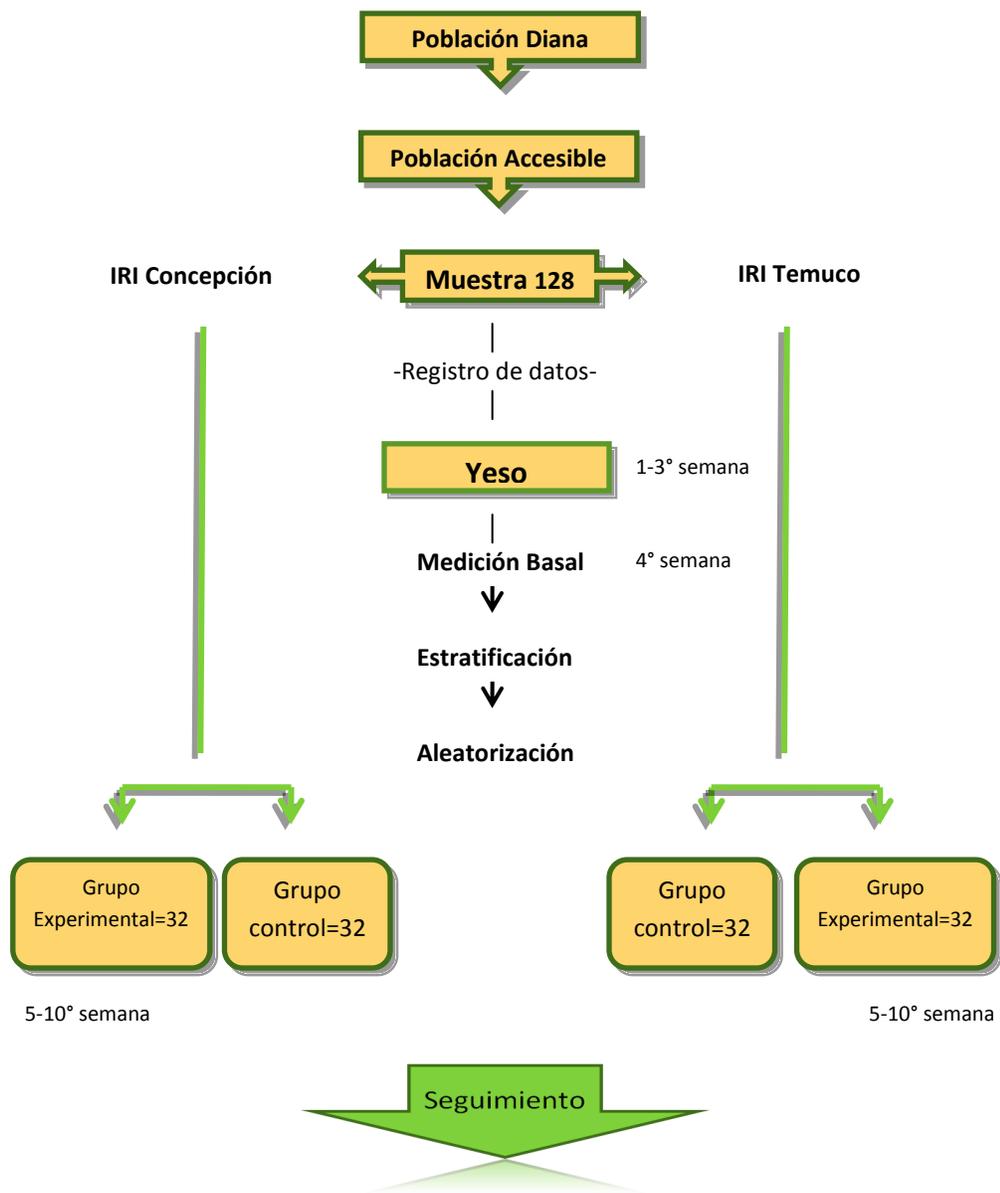
### **3.13 Tiempos de Evaluación.**

La primera evaluación realizada corresponde a la medición basal del estado de cada niño (a).

Posterior a las 6 semanas de Stretching Pasivo Manual, comienza el período de seguimiento, que consistirá en 4 mediciones en la 11<sup>a</sup>, 24<sup>a</sup>, 48<sup>a</sup> y 75<sup>a</sup> semana respectivamente.

Cada kinesiólogo en su respectivo IRI, tendrá que evaluar 64 niños (as), por esta razón, se destina una semana completa para cada período de evaluación.

### 3.14 Flujograma



Es importante aclarar que el periodo de 18 meses, en cuyo término pretendemos disminuir el número de recidivas, se extiende desde la semana 4 (una vez terminada la aplicación de yeso) hasta la semana 75.

## **CAPITULO 4: VARIABLES Y MEDICIONES**

### **4.1 Variable independiente**

**Stretching Pasivo Manual:** es el factor que determinará los resultados obtenidos en el estudio.

### **4.2 Variable dependiente**

#### **4.2.1 Dependiente primaria**

*Presencia de recidiva de Pie Equino en tobillo*

Tipo de variable: cualitativa, dicotómica.

Método de medición: Presencia o ausencia de recidiva que será expresada en porcentajes y proporciones. Se considerará recidiva aquel tobillo que no logre 10° de dorsiflexión (considerando una de las definiciones de pie equino, expuesta anteriormente).

#### **4.3.2 Dependientes secundarias**

*a) Rango articular de movimiento*

Tipo de variable: Cuantitativa, continua

Método de medición: grados de rango articular de movimiento pasivo de dorsiflexión y plantiflexión, de la articulación de tobillo mediante Goniometría.

**Consideraciones:** la tomada deberá ser pasiva, suave sin provocar dolor. Se debe movilizar 3 veces la articulación antes de realizar la medición definitiva. Se realizará con rodilla en flexión y extensión pues es su posición anatómica ideal.

**-Alineamiento goniométrico:** para ambas situaciones dorsiflexión y plantiflexión:

- **Eje:** se ubica sobre maléolo lateral de la fíbula, distal a 2,5 cm.
- **Brazo fijo:** ubicado paralelo a la línea media lateral de la fíbula, proyectado hacia la cabeza de la fíbula.
- **Brazo móvil:** ubicado paralelo a la línea media lateral del calcáneo.

**i. Dorsiflexión de articulación de tobillo:**

**-Posición niño (a):** decúbito supino con rodilla en flexión de 20° a 30° con apoyo de algún rollo de toalla o almohada.

**Rango de movimiento articular:** 0 a 20°

**ii. Plantiflexión de la articulación de tobillo**

**-Posición niño (a):** decúbito supino con cadera y rodillas en extensión y tobillo en posición anatómica.

**Rango de movimiento articular:** 0 a 45°

*b) Espasticidad de plantiflexores de tobillo.*

Tipo de variable: Cuantitativo, discreta

Método de medición: Escala de Ashworth Modificada (Anexo nº 1) mide la resistencia que provoca el músculo cuando el evaluador lo mueve con velocidad dependiente. En esta escala existen 6 niveles, que van desde el 0, 1, 1+, 2, 3 y 4. Considerándose el 0 como la mínima puntuación de aumento de tono y el 4 como rigidez. La ejecución de la evaluación consiste en movilizar una articulación (en este caso el tobillo) hasta su máximo movimiento no doloroso. Como la espasticidad es velocidad dependiente, la maniobra de evaluación deberá realizarse con rapidez.

La medición se ejecutará del siguiente modo:

Posición del niño (a): Sedente o supino.

Posición del Kinesiólogo: A un lado del niño (a)

Ejecución: La mano cefálica del kinesiólogo toma ambos maleólos del tobillo mientras su mano caudal coge la planta del pie; desde una máxima plantiflexión realiza un movimiento hacia la dorsiflexión de manera rápida. Se debe tener la precaución de no tocar la musculatura agonista (plantiflexores de tobillo).

#### **4.4 Variables de control**

Las variables de control son aquellos factores que pueden ser controlados por el investigador con el fin de eliminar o neutralizar cualquier efecto que pudiera tener sobre los resultados.

- **Edad:** las edades fluctúan entre los 3 y 8 años de edad. Esta variable es importante considerar ya que las diferencias entre rangos etarios muy extremos, podría influir en los resultados si no se aleatoriza de manera correcta.

Tipo de variable: Cuantitativa, continua

- **Sexo:** según genero tenemos masculino y femenino. No existirán diferencias entre ambos, por tanto, se consideran dentro del estudio

Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica

- **Nivel educacional de los padres o tutores:** es importante considerar esto, debido a que pudiera influir en la comprensión de las instrucciones del kinesiólogo tratante con respecto a la aplicación del stretching. Por esta razón es importante controlar este parámetro.

Tipo de variable: Cualitativa, ordinal

- **Grado de limitación funcional:** para nuestro estudio se consideró leve o moderada. Esto, debido a que el grado de limitación funcional grave o severo podría influir en los resultados. Su identificación será a través del diagnóstico médico.

Tipo de variable: Cualitativa, ordinal

## **CAPITULO 5: ANALISIS ESTADISTICO**

### **5.1 Hipótesis**

Las hipótesis tienen por objetivo establecer la relación entre las variables independientes y dependientes.

#### **5.1.1 Nula ( $H_0$ )**

El Stretching Pasivo Manual no disminuye el número de recidivas de Pie Equino post-tratamiento de yeso seriado en niños (as) con Hemiparesia Espástica. .

#### **5.1.2 Alternativa ( $H_1$ )**

El Stretching Pasivo Manual disminuye el número de recidivas de Pie Equino post-tratamiento de yeso seriado en niños (as) con Hemiparesia Espástica.

### **5.2 Tamaño muestral**

Dentro del proceso de confección de un estudio, calcular el tamaño muestral apropiado constituye una parte fundamental. Entre los factores que se deben considerar están el objetivo del estudio, el parámetro que se desea estimar, el tamaño de la población, el error máximo que se está dispuesto a aceptar, la precisión o el nivel de confianza deseado, la magnitud del efecto que se quiere estudiar y la potencia estadística deseada.

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó el programa estadístico **nQuery Advisor 7.0**, en base a las siguientes condiciones:

- Error tipo alfa o nivel de significancia: 0.050. Se define como rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ), dado que ( $H_0$ ) es verdadera; la probabilidad de cometer este error se denota con la letra  $\alpha$ , en este caso es un 5 %.
- Nivel de confianza ( $1-\alpha$ ): Su valor no fue incluido para el cálculo de tamaño muestral, pero se puede deducir a partir del nivel de significancia. Corresponde a la probabilidad de no rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), dado que ( $H_0$ ) es verdadera. Por lo tanto nuestro estudio cuenta con un 95% nivel de confianza.
- Error tipo beta: Su valor tampoco fue incluido en el cálculo de tamaño muestra, pero se puede deducir a partir de la potencia. Se define como no rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ), dado que ( $H_0$ ) es falsa. La probabilidad de cometer este error se denota con la letra  $\beta$ , en este caso es un 20%.
- Potencia o poder estadístico ( $1-\beta$ ): 80%. Corresponde a la probabilidad de rechazar ( $H_0$ ), dado que ( $H_0$ ) es falsa.
- Magnitud del efecto: En base a un estudio, sabemos que aproximadamente el 50% de los pacientes no presenta recidiva de pie equino post-tratamiento con yeso seriado. Nuestra propuesta consiste en disminuir en un 25% el número de recidivas de pie equino post-tratamiento con yeso seriado, mediante el stretching pasivo manual.

- Odds Ratio (OR): 0.333. Es calculado por el programa estadístico en base a los datos que fueron ingresados y corresponde a una medida de asociación.

Figura n° 10: nQuery Advisor

The screenshot shows the nQuery Advisor software interface. The title bar reads 'nQuery Advisor - [PTT0-1]'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Options', 'Assistants', 'Randomize', 'Plot', 'Window', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window displays a table titled 'Two group  $\chi^2$  test of equal proportions (odds ratio = 1) (equal n's)'. The table has three columns: a parameter column, a column for group 1, and a column for group 2. The parameters and their values are as follows:

	1	2
Test significance level, $\alpha$	0,050	
1 or 2 sided test?	2	
Group 1 proportion, $\pi_1$	0,500	
Group 2 proportion, $\pi_2$	0,250	
Odds ratio, $\psi = \pi_2 (1 - \pi_1) / [\pi_1 (1 - \pi_2)]$	0,333	
Power (%)	80	
n per group	58	

El programa estadístico determinó que el número de pacientes por grupo debe ser 58, es decir, un total de 116, sin embargo por efectos de pérdida o deserción a medida que se desarrolla el estudio, consideramos agregar un 10% del total de pacientes que formarán la muestra, como porcentaje de pérdida. Por lo tanto el tamaño muestral final será de 128 pacientes, 64 en el grupo control y 64 en el grupo intervención. Debido a que es un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico, se escogerá la misma cantidad de niñas (as) en cada IRI Teletón (Temuco y Concepción), es decir, 64 niños (as).

En resumen:

Tabla n° 11: Distribución Grupos experimental y control en el estudio.

	Grupo Intervención	Grupo Control
IRI Teletón Araucanía	32	32
IRI Teletón Concepción	32	32
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>64</b>

#### 5.4 Análisis descriptivo

La estadística descriptiva tiene por función recolectar y resumir los datos que se analizan con el fin de describir o caracterizar de manera apropiada el conjunto de resultados.

Nuestro estudio cuenta con variables de resultado de tipo cualitativa dicotómica (presencia o ausencia de recidiva) que será expresada en porcentajes o proporciones y variables cuantitativas continua (rango de movimiento articular pasivo) y discreta (Escala de Ashworth Modificada), que serán organizadas en medidas de posición (moda, media y mediana) y medidas de dispersión (recorrido y desviación estándar). Además, en el caso de la variable discreta, como sólo tiene

5 categorías de resultado (0, 1,+1, 2, 3, 4) podrá ser resumida mediante gráfico de barras simple, para mostrar la distribución de su frecuencia. Todos los datos serán presentados en tablas para la mejor comprensión de resultados.

El análisis descriptivo de los datos se realizará en cada evaluación con el fin de comparar los resultados de ambos grupos.

## **5.5 Análisis Inferencial**

La estadística inferencial nos permite generalizar los datos de una muestra a un número más grande de individuos, así, podemos inferir que los hallazgos derivados de una muestra dada, son representativos de los hallazgos que encontraríamos en la población entera.

En nuestro estudio la presencia o ausencia de recidivas de pie equino de cada grupo, será analizada mediante el *modelo de regresión logística*, el cual se utiliza para estudiar el efecto de una variable explicatoria sobre una variable de respuesta. En nuestro caso, evaluará si la aplicación de stretching pasivo manual provoca un efecto en la recidiva.

La prueba estadística utilizada para la comparación entre grupos, de promedios de rango articular de movimiento pasivo y Escala de Ashworth Modificada será t de student y modelo de regresión lineal múltiple, este último estudia la relación lineal de más de una variable explicativa sobre una variable de respuesta.

El análisis será estratificado por centro, debido a que es un estudio *multicéntrico*.

## **CAPITULO 6: ASPECTOS ETICOS**

La ejecución de todo proyecto de investigación que involucre personas como objeto de estudio, siempre debe considerar los siguientes 4 principios éticos:

### **6.1 Principio de No Maleficencia**

Tiene su fundamento en la no discriminación de las personas por consideraciones biológicas tales como sexo, raza, edad o situación de salud y en evitar todo mal al paciente. Además, no se debe ofender su dignidad ni mucho menos causar alguna discapacidad, en nuestro estudio, por el contrario, hemos adaptado la terapia en estudio a algún tipo de juego, con el fin no sólo de evitar un daño, sino también como es una población infantil, evitar en lo posible el aburrimiento o poca adherencia a la terapia. Una de las ventajas del Stretching Pasivo Manual es que no provoca daños, a no ser que sea realizado sin ninguna indicación y se ejecute una fuerza excesiva que cause dolor en la pantorrilla del niño (a), sin embargo para prevenir esta situación, el kinesiólogo tratante debe encargarse de enseñar y verificar que el padre, madre o tutor (a) ha comprendido y sabe aplicar la técnica, de esta forma se quiere evitar cualquier daño en los pacientes. Los posibles beneficios que se pueden obtener después de la aplicación de stretching pasivo manual superan los daños que pudiesen sufrir los niños (as).

## **6.2 Principio de Justicia**

Se basa en la no discriminación de las personas por su condición ideológica, cultural, política, social o económica y determina el deber correspondiente de respetar la diversidad en las áreas mencionadas y de colaborar a una equitativa distribución de los beneficios y riesgos. Mediante el método de asignación aleatoria estratificada simple, se determinará en qué grupo (control o intervención) participará cada niño (a), así todos tienen la misma posibilidad de recibir o no stretching pasivo manual, por lo tanto la misma probabilidad de obtener o no beneficios en el estudio.

## **6.3 Principio de Autonomía**

Tiene su fundamento en el respeto por la capacidad de decisión de las personas. En nuestro caso, los niños (as) son personas con autonomía disminuida y deben ser objeto de protección, ya que no tienen la madurez suficiente para decidir respecto a qué es lo mejor para ellos, sin embargo, si se debe considerar su voluntad en los momentos de toma de decisiones que influirán directamente en su vida diaria. Son los padres o tutores legales sobre quienes recae la responsabilidad de decidir por el niño (a), y en el caso de aceptar o rechazar la participación del menor en el estudio, no se debe influenciar para revertir la decisión.

## **6.4 Principio de Beneficencia**

Hace referencia a que las personas son tratadas de una forma ética no sólo respetando sus decisiones y protegiéndoles del daño, sino también haciendo un esfuerzo por asegurar su bienestar. La beneficencia es por consiguiente una obligación que puede sintetizarse en dos expresiones: no hacer daño, y extremar los posibles beneficios minimizando los posibles riesgos. Si la aplicación de stretching pasivo manual resulta no ser efectiva, se asegurará el manejo de pie equino mediante el tratamiento como terapia basal de yeso seriado de bota corta, así se busca el bien para todos los pacientes que ingresen al estudio.

## **6.5 Consentimiento Informado**

Mediante la presentación del consentimiento informado a los padres o tutores legales de los niños (as), el investigador debe exponer de forma clara y detallada el objetivo del estudio, los procedimientos a los cuales serán sometidos sus hijos (as) o pupilos (as) y los riesgos a los cuales estarán expuestos, además de informar acerca del manejo de los datos, el cual será confidencial, usados sólo con fines de investigación.

Su contenido se detalla en el Anexo n° 2.

## **CAPITULO 7: ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO**

### **7.1 Administración**

El estudio se llevará a cabo en los Institutos de Rehabilitación Infantil Teletón Temuco y Concepción. Es importante para la realización de todo estudio contar con la organización de un equipo multidisciplinario. Además que cada uno de ellos, pueda cumplir a cabalidad su rol dentro del proceso de investigación.

#### **7.1.1 Definición de roles**

**-Investigador principal:** será el encargado de la administración del estudio, reclutamiento de la muestra, solicitud de permisos para la ejecución de la investigación y contratación del personal requerido para la investigación, velará por el cumplimiento de las fechas estipuladas, supervisión de los profesionales y personal. Reunirá a los padres para explicar de qué trata el estudio, y entregará el consentimiento informado. Realizará las conclusiones del estudio basado en los resultados obtenidos en conjunto con el estadístico y tendrá la labor de publicar los resultados de la investigación.

**-Kinesiólogos tratantes:** su función dentro del estudio es la ejecución de la terapia experimental. Serán 2 kinesiólogos -uno por instituto- que aplicarán Stretching Pasivo Manual durante 6 semanas consecutivas. Instruir a los padres o tutores de

los niños (as) que conformen el grupo experimental, sobre la terapia y proporcionar el feedback sobre su ejecución.

**-Kinesiólogo evaluador:** será el responsable de realizar las mediciones basales y evaluación de los niños (as) de ambos institutos en estudio. No aplicará terapias.

**-Fisiatras:** serán 2 profesionales por instituto y aplicarán la terapia basal de yeso seriado de bota corta a todos los niños y niñas que constituyan la muestra. Además, serán los responsables de quitar el yeso una vez cumplido el plazo de uso.

**-Secretaria:** 2 secretarias (una por instituto) tendrán por función la distribución de los horarios de los pacientes, ingreso de datos. Además realizará llamadas telefónicas a los padres o tutores de los niños (as) para recordarles la asistencia al instituto y la realización de la terapia de stretching para el grupo experimental de ambos institutos. Su función finalizará cuando haya terminado la etapa de ejecución de terapia experimental.

**-Alumnos ayudantes:** estudiantes de la carrera de kinesiología que se encuentren cursando 4º año. Su rol principal será asistir a aquellos padres o tutores de los niños (as) que no comprendieron la ejecución del ejercicio.

**-Bioestadístico:** su rol será realizar la aleatorización de las terapias, ingresar los resultados de las mediciones basales y de cada evaluación a la base de datos, trabajará en conjunto con el investigador principal y ambos realizarán las conclusiones de los resultados obtenidos.

## 7.2 Presupuesto

**Tabla n° 12: Gastos operacionales:**

Ítem	Cantidad	Valor unitario	subtotal
Yeso	384	-	\$3.141.000
Plasticina	384	\$460	\$176.640
Uslero	64	\$500	\$32.000
Cartulina colores: verde y rojo	40	\$70	\$2.800
Goniómetro	2	\$17.000	\$34.000
Transporte para evaluador (viaje a Concepción)	6	\$5.400	\$32.400
<b>Total</b>			<b>\$3.418.440</b>

**Tabla n° 13 Recursos Humanos**

Número de personal	Profesional	Horas por profesional	Valor hora	Subtotal	Total
2	Kinesiólogo tratante	200 horas	\$3.000	\$600.000	\$1.200.000
1	Kinesiólogo evaluador	160 horas	\$3.000	\$480.000	\$480.000
2	Fisiatra	96 horas	\$8.000	\$768.000	\$1.536.000
2	Secretaria	315 horas	\$2.000	\$630.000	\$1.260.000
1	Estadístico	10 horas	\$21.339*	\$213.390	\$213.390
15	Alumnos ayudantes	-	-	\$1.500	\$22.500**
<b>Total</b>					<b>\$4.711.890</b>

\*Valor UF      \*\*Valor pasajes

**Tabla n° 14: Presupuesto total:**

<b>Gastos operacionales</b>	\$3.418.440
<b>Gastos recursos humanos</b>	\$4.711.890
<b>Total</b>	<b>\$ 8.130.330</b>

**Tabla n° 15: Detalle yeso:**

<b>Material Yeso</b>	<b>Cantidad n=128</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Rollo de almohadillado corrector sintético	256	\$1.000	\$256.000
Scotch cast	256	\$3.000	\$768.000
Venda tubular	10 rollos	\$23.000	\$230.000
Total 1 aplicación			\$1.047.000
<b>Total 3 aplicaciones (3 semanas)</b>			<b>\$3.141.000</b>

### 7.3 Cronograma

**-Obtención del financiamiento:** el financiamiento será obtenido a través de la postulación a fondos concursables como por ejemplo FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico)

**-Coordinación entre IRI Teletón Temuco y Concepción:** contactar a los directores de cada Instituto de Rehabilitación Infantil para programar reunión donde el investigador principal expondrá los procedimientos involucrados en el estudio.

**-Capacitación de equipo de trabajo:** se les explicará a los kinesiólogos tratantes y a los alumnos ayudantes en qué consistirá el stretching manual que será aplicado. También se dará a conocer las actividades que cada miembro deberá realizar.

**-Reclutamiento:** la primera actividad a realizar como parte de este proceso será una reunión de carácter informativa entre los investigadores y padres o tutores de los niños (as) que forman la población accesible. Una vez entregada la información y aclaradas las dudas respecto al estudio, el investigador presentará el consentimiento informado. Aquellos niños (as) cuyos padres hayan firmado el consentimiento informado serán evaluados con los criterios de elegibilidad y formar así la muestra.

**-Aplicación terapia basal:** la terapia basal consistirá en la aplicación de yeso seriado de bota corta durante 3 semanas consecutivas en todos los niños (as) del estudio de ambos institutos. Será aplicada por el fisiatra. Una vez puesto el yeso

seriado, el fisiatra deberá retirar y cambiarlo cada 7 días hasta completar las 3 semanas de terapia basal.

**-Evaluaciones:** el kinesiólogo evaluador estará a cargo de cumplir esta actividad dentro del estudio, se realizarán 6 evaluaciones: una medición basal pre-yeso, una medición basal post yeso, una evaluación post stretching, otra a los 6, 12 y 18 meses que corresponde al período de seguimiento.

**-Periodo de seguimiento:** es una etapa importante dentro de la investigación, ya que se comprueban los resultados obtenidos y su permanencia a través del tiempo. Es por ello, que este estudio consta de un periodo de seguimiento que será post yeso de 18 meses. El beneficio que esto trae consigo es que se podrá determinar en qué periodo se pierden los efectos mantenidos por el Stretching Pasivo Manual y además comprobar si realmente hubo una disminución del 25% en la aparición de recidivas.

**-Recolección de datos:** será labor de la secretaria quien entregará estos datos al Estadístico

**-Realización de análisis estadístico y Redacción de informe con resultados y conclusiones del estudio:** es responsabilidad del investigador principal y el estadístico.

## 7.4 Carta Gantt

ACTIVIDAD	2011												2012								
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
<b>Etapa 1 Planificación</b>																					
Aprobación por <i>Comité de Ética de la Facultad de Medicina UFRO</i>																					
Obtención financiamiento																					
Formación y organización del equipo de trabajo																					
Coordinación entre IRI Teletón Araucanía y Concepción																					
Capacitación de equipo de trabajo																					
Reclutamiento																					
<b>Etapa 2 Ejecución del estudio</b>																					
Aplicación de terapia basal																					
Aplicación de terapia experimental																					
Mediciones basales a todos los pacientes que conforman la muestra																					
Asignación aleatoria de los grupos de control e intervención																					
Evaluaciones correspondientes																					
Periodo de seguimiento																					
Recolección de datos																					
Ingreso de resultados a base de datos																					
<b>Etapa 3: Análisis de datos</b>																					
Realización de análisis estadístico																					
Redacción de informe con resultados y conclusiones del estudio																					
Publicación de los resultados del estudio																					

## ANEXOS

### ANEXO 1. Escala de Ashworth Modificada

0	No hay aumento del tono
1	Ligero aumento de tono Ligero enganche Liberación con mín. Resistencia al final del arco de mov.
1+	Ligero aumento de tono Ligero enganche Liberación con mín. Resistencia en todo el arco de mov.
2	Mayor aumento del tono Segmento se mueve fácilmente
3	Considerable aumento del tono Movilización pasiva difícil
4	Rigidez en flexión y extensión

## ANEXO 2. Consentimiento Informado

### Consentimiento Informado

Yo.....,  
con RUT....., mediante el presente documento, declaro mi autorización para la participación de mi hijo (a) o pupilo (a) .....en un estudio que busca evaluar la efectividad de los estiramiento manuales en la disminución del número de niños (as) que vuelven a presentar la deformidad de pie equino después que han usado yeso seriado de bota corta, realizado por un equipo de investigadores de la Universidad de la Frontera.

Para cumplir este objetivo, a mi hijo (a) o pupilo (a) le realizarán mediciones de rango de movimiento en sus pies y del grado de espasticidad, además extraerán datos de su ficha clínica en el IRI Teletón. Luego, durante 3 semanas deberá usar yeso seriado de bota corta en el pie que presenta la deformidad, el yeso se renovará una vez a la semana, por lo tanto debemos asistir al IRI Teletón en el horario que sea coordinado con una secretaria.

Finalizadas estas 3 semanas, volverán a realizar mediciones y luego cada niño (a) será asignado al azar a un grupo llamado control, que no recibirá ninguna otra intervención a parte del yeso seriado de bota corta, o a un grupo llamado intervención. En caso de que mi hijo (a) o pupilo (a) fuese asignado a este último grupo (intervención) recibirá 6 semanas, durante 5 días a la semana, 3 veces al día, ejercicios de estiramientos en su pierna afectada. Durante la primera de estas 6

semanas, los ejercicios serán realizados en el IRI Teletón, en esta instancia un Kinesiólogo me enseñará la manera en que debo ejecutar el ejercicio mediante un tipo de juego. A partir de la segunda semana, sólo debo asistir al Kinesiólogo una vez por semana, para corregir algún error que pudiese estar cometiendo en la aplicación de estiramientos o aclarar dudas que hayan surgido. El resto de los días, los ejercicios se realizarán en casa, y para verificar si estoy cumpliendo con la rutina diaria, una secretaria controlará cada día mediante una llamada telefónica a mi hogar.

Finalizada esta etapa, cada cierta cantidad de meses mi hijo (a) o pupilo (a) deberá concurrir al IRI Teletón para que se le efectúen las mediciones pertinentes. La duración total del estudio es de 18 meses, incluyendo el período de seguimiento.

Como aún no se comprueba la efectividad de la terapia en estudio, estoy consciente que mi hijo (a) o pupilo (a) puede que obtenga o no beneficios.

Los riesgos de daño a los que se someterá mi hijo (a) o pupilo (a) son mínimos, estos pueden ser una mala ejecución de los estiramientos, que podría causar algún grado de dolor, o atrofia muscular producto del uso durante 3 semanas de yeso seriado de bota corta.

Además, considero que me siento capacitado para aprender a ejecutar un estiramiento y aplicarlo todos los días necesarios para efectos de la investigación. Por último, se me ha informado que estoy en completa libertad para retirar a mi hijo (a) o pupilo (a) durante el transcurso del estudio, si lo considero necesario.

Cualquier duda o consulta puedo dirigirme al teléfono del Comité de Ética de la Facultad de Medicina UFRO (325704).

---

Firma Padre o Tutor Legal

---

Firma Investigador a Cargo

8 de octubre, 2010.

## REFERENCIAS

- 
- 1 Tibau Rafael. Guía básica de tratamiento de las secuelas de parálisis en países con escasos recursos sanitarios. Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. (<http://secot.es/Menu/Grupos-de-Estudio/Cooperacion/GUIA-SECUELAS-PARALISIS.aspx>. Fecha de acceso: 03-07-2010).
  - 2 Núñez-Samper M, Llanos Alcázar L. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. 2º Edición. España: ELSEVIER, 2007:380-381.
  - 3 Blackmore A, Boettcher-Hunt E, Jordan M, Chan M. A systematic review of the effects of casting on equinus in children with cerebral palsy: an evidence report of the AACPD. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007. 49:781-790. (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2007.00781.x/pdf>.)
  - 4 Cottalorda J, Gautheron V, Metton G, Charmet E, Chavrier Y. Toe-walking in children younger than six years with cerebral palsy. *JBJS*. [Online] 2000 May 4. [Fecha de acceso 30 de agosto de 2010]; 82-B (4) URL disponible en: <http://web.jbjs.org.uk/cgi/reprint/82-B/4/541>

---

5 Rosenbaum P, Dan B, Leviton A, Paneth N, Jacobsson B. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. [en línea] Abril, 2005 [fecha de acceso: 2010 Mayo 13]; 47: 571–576.

URL Disponible en:

<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=318784&jid=DMC&volumeId=47&issueId=08&aid=318783>

6 Macias M, Fagoaga M. *Fisioterapia en pediatría*. Madrid. McGraw-Hill Interamericana de España. 2002. 153

7 Madrigal A. *La Parálisis Cerebral*. ASPACE.

(<http://www.aspace.org/NR/ronlyres/00002bf7/pvgvmntzlvgnvdjcyvflgswdbziku coc/LaPar%C3%A1lisisCerebral.pdf>. Fecha de acceso: 12-05-2010).

8 Hurtado L. *La parálisis cerebral. Actualización del concepto, diagnóstico y tratamiento*. ([http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/\\_USER\\_/Paralisis\\_cerebral\\_concepto\\_diagnostico\\_tratamiento.pdf](http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/_USER_/Paralisis_cerebral_concepto_diagnostico_tratamiento.pdf). Fecha de acceso: 01-06-2010)

9 Torres L. *Tratado de cuidados críticos y emergencias*. Tomo 2. Arán; 2002: 1866.

10 Ojeda J, Icardo J. *Neuroanatomía humana: Aspectos funcionales y clínicos*. 1ª España: Masson; 2005: 213-214.

- 
- 11 Jiménez-Castellanos J, Catalina C, Carmona A. Anatomía Humana General. 3<sup>a</sup> edición. España: Universidad de Sevilla; 2007: 195-196.
- 12 Snell R. Neuroanatomía Clínica. 5<sup>a</sup> Edición. Argentina: Editorial Panamericana; 2003: 157-164.
- 13 Jiménez-Castellanos J. Lecciones de Neuroanatomía Clínica. 1<sup>a</sup> España: Universidad de Sevilla; 1999: 160-161.
- 14 Jiménez-Castellanos J, Catalina C, Carmona A. Anatomía Humana General. 1<sup>a</sup> España: Universidad de Sevilla; 2002: 195-196
- 15 Villanueva Victor. La motilidad 2<sup>o</sup> parte: Las Parálisis. RPCM. Agosto 2002. (<http://www.med.unne.edu.ar/revista/revista118/paralisis.html> Fecha de acceso: 22-005-2010)
- 16 Bobath B, Bobath K. Desarrollo Motor en distintos tipos de parálisis cerebral. 1<sup>a</sup> Argentina (8<sup>a</sup> reimpresión): Editorial Médica Panamericana; 2000. 58-72.
- 17 Store M. Fisioterapia en Rehabilitación Neurológica. 2<sup>a</sup> edición. España; ELSEVIER MOSBY.2006: 49-52.
- 18 Lance JW. Spasticity: disordered motor control. Journal Neurol Neurosurg Psychiatry [en línea] 1981 Octubre [fecha de acceso: 01-05-2010]; 44(10). URL disponible en: <http://jnnp.bmj.com/content/44/10/961.1.extract>.

- 
- 19 Navarro J, Udina E, Capítulo 1: Neurofisiología de la espasticidad. En: García F. Evaluación Clínica y Tratamiento de la Espasticidad. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana; 2009. P 1-15.
- 20 Guyton H. Tratado de Fisiología Médica. 9<sup>a</sup> edición. España; McGraw-Hill-Interamericana. 1999: 747-748.
- 21 Cobeljic G, Bumbasirevic M, Lesic A, Bajin Z. The management of spastic equinus in cerebral palsy. Rev. Orthopaedics and Trauma [en línea] 2009 Julio [fecha de acceso: 01-06-2010]; 23 (3). URL disponible en: <http://www.orthopaedicsandtraumajournal.co.uk/article/S1877-1327%2809%2900076-1/abstract>
- 22 Moreno de la Fuente J. Podología física. 1<sup>a</sup> España: MASSON; 2006.
- 23 Kisner C, Allen L. Ejercicio Terapeutico, Fundamentos y Técnicas. 1<sup>a</sup>, Paidotribo; 2005. P. 137.
- 24 Watkins C. Mechanical and neurophysiological changes in spastic muscles: Serial casting in spastic equinovarus following traumatic brain injury. Physiotherapy [en línea] 1999 Noviembre [fecha de acceso: 01-06-2010] 85 (11). URL disponible en: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B7CVK-4HC7301-3&\\_user=10&\\_coverDate=11%2F30%2F1999&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=sear](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B7CVK-4HC7301-3&_user=10&_coverDate=11%2F30%2F1999&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=sear)

---

ch&\_origin=search&\_sort=d&\_docanchor=&view=c&\_searchStrId=1594372986  
&\_rerunOrigin=google&\_acct=C000050221&\_version=1&\_urlVersion=0&\_useri  
d=10&md5=9a85bc52eb0e7dbc2386d8d9f188c558&searchtype=a.

25 Blackmore AM, Boettcher-Hunt E, Jordan M, Chan MDY. A systematic review of the effects of casting on equinus in children with cerebral palsy: an evidence report of the AACPDM. *Developmental Medicine & Child Neurology*. [en línea] 2007 Octubre. [fecha de acceso: 22-05-2010] 49 (10). URL disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17880650>

26 Kisner C, Allen L. *Ejercicio Terapeutico, Fundamentos y Técnicas*. 1ª, Paidotribo; 2005. P. 137.

27 Ledoupe A, Dedee M. *Manual práctico de estiramientos musculares postisométricos*. 1ª España: MASSON; 1996. P. 2.

28 Kisner C, Allen L. *Ejercicio Terapeutico, Fundamentos y Técnicas*. 1ª, Paidotribo; 2005. P. 137.

29 Michael J. Alter H. *Los estiramientos: bases científicas y desarrollo de ejercicios*.

30 Guyton A, John E. Hall: *Tratado de Fisiología Medica*, 11º Edición, España: ELSEVIER; P.679.

31 Wiart L, Darrah J, Kembhavi G. *Stretching with Children with Cerebral Palsy: What Do We Know and Where Are We Going?*. *Pediatric Physical*

---

Therapy. [en línea] 2008 [fecha de acceso: 25-05-2010] 20 (2). URL disponible en: <http://www.orthonurse.org/portals/0/CP%20Stretch.pdf>.

32 Pin T, Dyke, P, Chan M.. The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. [en línea] 2006 [fecha de acceso: 23-05-2010] 48 (10). 855-862. URL disponible en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract;jsessionid=84BA9A0931D75D8AB136ACDA70476BC7.tomcat1?fromPage=online&aid=471745>.

33 Cottalorda J, Gautheron V, Metton G, Charmet E, Chavrier Y. Toe-walking in children younger than six years with cerebral palsy. The contribution of serial corrective casts. *Bone Joint Surg*. [en línea] 2000 Mayo [fecha de acceso; 25-05-2010] 82(4). 541-544. URL disponible en: <http://web.jbjs.org.uk/cgi/content/abstract/82-B/4/541>.

34 Cottalorda J, Gautheron V, Metton G, Charmet E, Chavrier Y. Toe-walking in children younger than six years with cerebral palsy. The contribution of serial corrective casts. *Bone Joint Surg*. [en línea] 2000 Mayo [fecha de acceso; 25-05-2010] 82(4). 541-544. URL disponible en: <http://web.jbjs.org.uk/cgi/content/abstract/82-B/4/541>.

35 Hulley S, Cummings S, Browner W, Grady D, Newman T. *Diseño de Investigaciones Clínicas*. 3ª Edición. USA: Wolters Kluwer, 2008: 177-180.

36 Bandy W, Irion J, Briggler M. The Effect of Time and Frequency of Static Stretching on Flexibility of the Hamstring Muscles. *Physical Therapy* [en línea]

---

1997 [fecha de acceso: 28-08-2010] 77 (10). URL disponible en:  
<http://ptjournal.apta.org/content/77/10/1090.long>