



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA
CURSO DE POSGRADO DE ALTA ESPECIALIDAD
EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA**

**EFICACIA DE LA REHABILITACIÓN DE MIEMBROS INFERIORES EN
LACTANTES CON MIELOMENINGOCELE CON TERAPIA CONVENCIONAL VS
TERAPIA CONVENCIONAL MÁS ELECTROESTIMULACIÓN CON
CORRIENTES EXPONENCIALES EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
DEL CURSO DE POSGRADO DE ALTA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:
DRA. LAURA HERNÁNDEZ ROMERO**

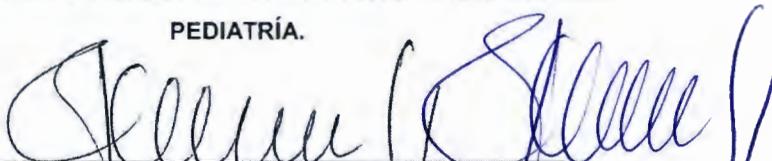
**PROFESOR TITULAR:
DRA. MARÍA DEL CARMEN GARCÍA CRUZ**

**ASESOR DE TESIS:
DRA. MARÍA DEL CARMEN GARCÍA CRUZ
DR. IGNACIO MORA MAGAÑA.**

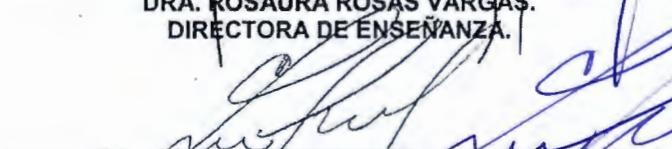
MÉXICO, D.F. FEBRERO 2014.



EFICACIA DE LA REHABILITACIÓN DE MIEMBROS INFERIORES EN
LACTANTES CON MIELOMENINGOCELE CON TERAPIA CONVENCIONAL VS
TERAPIA CONVENCIONAL MÁS ELECTROESTIMULACIÓN CON
CORRIENTES EXPONENCIALES EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA.



DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS.
DIRECTORA DE ENSEÑANZA.



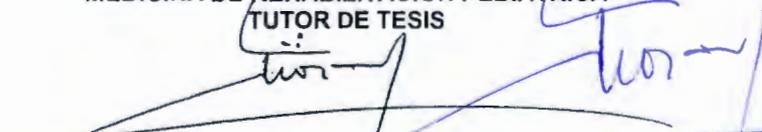
DR. LUIS MARTIN GARRIDO GARCÍA.
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DRA. MARIA DEL CARMEN GARCÍA CRUZ
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE
MEDICINA DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA



DRA. MARIA DEL CARMEN GARCÍA CRUZ
MEDICINA DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA
TUTOR DE TESIS



DR. IGNACIO MORA MAGAÑA.
ASESOR METODOLÓGICO.



ÍNDICE

Resumen.....	4
Antecedentes científicos.....	6
Planteamiento del problema.....	23
Justificación.....	24
Hipótesis.....	25
Objetivos.....	25
Material y Métodos.....	26
Variables.....	26
Criterios de selección.....	27
Metodología.....	27
Resultados	29
Discusión	30
Conclusión	33
Cronograma de actividades	34
Bibliografía.....	35
Anexos	41

RESUMEN

Eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con Mielomeningocele con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales en el Instituto Nacional de Pediatría.

DRA. LAURA HERNÁNDEZ ROMERO, DRA. MARÍA DEL CARMEN GARCÍA CRUZ, DR. IGNACIO MORA MAGAÑA.

ANTECEDENTES: En México el Mielomeningocele (MMC) tiene incidencia de 1.2 por cada 1,000 recién nacidos. La rehabilitación convencional mejora movilidad, fuerza y funcionalidad, la electroestimulación favorece actividad muscular voluntaria.

JUSTIFICACIÓN: El MMC conforma un problema de salud en México, una intervención temprana mediante rehabilitación ayuda a mejorar la fuerza y la prevención de secuelas con impacto sobre la calidad de vida del paciente.

OBJETIVO: Determinar la eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con MMC con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales.

MATERIAL Y MÉTODOS: Estudio clínico, descriptivo, prospectivo. Lactantes de 0-6 meses postoperados MMC, enero 2008 a octubre 2013, firma de consentimiento informado. Evaluación inicial, 3,6 y 12 meses de tratamiento, consignando nivel MMC, EMM, reflejos y tratamiento asignado aleatoriamente: se dividieron en 2 grupos: terapia convencional (grupo 1) o terapia convencional más corrientes exponenciales en puntos motores de miembros inferiores por miotomas (grupo 2), durante un año.

RESULTADOS: 19 lactantes cumplieron criterios. Todos lumbosacros. Edad quirúrgica 5.3 ± 38.8 días de vida (0-31 días). Tiempo entre cirugía e inicio de rehabilitación: 48.7 ± 40.1 días (5-141 días). 10 pacientes terapia convencional y 9 convencional más electroestimulación. EMM miotomas más afectados L5 y S1, con recuperación significativa en miotomas: L2 y L4 bilateral, L5 izquierdo a los 3 meses, L3 izquierdo y L5 bilateral a los 6 meses, L3 bilateral y L5 izquierdo a los 12 meses. Los reflejos patelares y aquileos todos afectados inicialmente, sin recuperación significativa. En ambos grupos hay recuperación con un poco de mejor recuperación en el grupo en que se aplicó electroestimulación con corrientes exponenciales.

CONCLUSIONES: La terapia convencional y la terapia convencional más corrientes exponenciales son eficaces para mejorar la fuerza muscular en miembros inferiores de lactantes con MMC, sin diferencia significativa entre los grupos, sin embargo es necesario incrementar el tamaño de la muestra para obtener resultados definitivos.

ANTECEDENTES:

MIELOMENINGOCELE.

El mielomeningocele (MMC) es una malformación compleja de la médula espinal, que involucra las raíces nerviosas, meninges, cuerpos vertebrales, piel y troncos nerviosos cercanos a la médula espinal; que resulta de la falla en el cierre del tubo neural durante el desarrollo fetal, condicionando protrusión de médula y meninges. Esto como resultado de un proceso teratogénico durante las primeras 4 semanas de gestación. La alteración anatómica a raíces nerviosas condiciona que *predomine clínicamente un patrón de lesión de nervio* por encima de la afección a nivel central en la médula, expresándose como hipotonía, pérdida de fuerza, sensibilidad y reflejos de estiramiento muscular (REM) por debajo de la lesión. ⁽¹⁻³⁾

EMBRIOLOGÍA

El sistema nervioso central proviene de la placa neural, que está a lo largo de la región medio dorsal del embrión, esta placa es aplanada y está construida por una capa única de células, en el desarrollo normal se torna rápidamente estratificada y difiere del ritmo de crecimiento en los bordes y el centro, como resultado de este crecimiento, la placa se pliega formando un surco neural, este surco se profundiza y los pliegues engrosados se fusionan dorsalmente, originando el tubo neural, fusión que comienza en el centro en el día 16 de iniciada la gestación y avanza en dirección cefálica y caudal simultáneamente el polo cefálico se fusiona aproximadamente el día 25 y el caudal el día 29. ⁽¹⁻³⁾

Sin embargo en los últimos años frente a la teoría del cierre único, se ha afianzado la teoría del cierre múltiple, estableciéndose así cinco puntos de cierre en el humano: El punto 1, comienza a partir de los somitas 1-3; el punto 2, se inicia en la porción cefálica a nivel de la unión del prosencéfalo y el mesencéfalo; el cierre 3 inicia en la porción rostral del rombencéfalo, el cierre 4 se sitúa sobre el rombencéfalo, y finalmente el cierre 5 se ubica en la zona mas caudal, a nivel lumbosacro y su fallo produce las espinas bifidas en esta localización. ⁽³⁾ Según las propuestas de Van Allen y colaboradores, los fallos en el cierre más frecuentes

se ubican en los puntos 1 y 5, representando el 28.5% de todos los defectos en el cierre del tubo neural. ⁽³⁾

EPIDEMIOLOGÍA.

El MMC es más frecuente en los países con nivel socioeconómico bajo, se ha encontrado un predominio racial, mayor en hispanos y menor en asiáticos. ⁽¹⁾ De acuerdo a las estadísticas, en Estados Unidos de Norteamérica se señala como el defecto mayor más común al nacimiento, reportándose 4.6 casos / 10,000 recién nacidos vivos. ⁽⁴⁻⁶⁾ La incidencia del MMC en México es de 1.2 por cada 1,000 recién nacidos vivos, con múltiples complicaciones a nivel urológico, intestinal, cardíaco y ortopédico, lo que condiciona que sea una patología devastadora en el ámbito económico, social, laboral, psicológico y familiar. ^(1,2) Estos niños presentan limitación en el ámbito educativo, económico y en integración social dando como resultado una calidad de vida y una capacidad funcional limitada. De acuerdo a lo reportado por el SVEDTN (Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Defectos del Tubo Neural), los estados donde se presentan con mayor frecuencia los defectos del tubo neural son el Estado de México, Puebla, Veracruz, Guanajuato y Jalisco. ^(1,2)

En el Instituto Nacional de Pediatría, en los últimos años ^(1,2) se tiene una prevalencia de 181 pacientes con diagnóstico de MMC, de los cuales el 27% correspondió al nivel lumbosacro, siendo las principales complicaciones hidrocefalia con 76.7%, seguida de las ortopédicas con 57.1%. ⁽¹⁻⁶⁾

ETIOLOGÍA.

Aunque es considerado un padecimiento multifactorial (existen factores genéticos y ambientales) se han establecido algunos factores etiológicos como: ⁽²⁻³⁾

- 1) Deficiencia de aporte gestacional de ácido fólico, siendo esta la causa más frecuente en nuestro país. ⁽⁴⁾
- 2) Anormalidades cromosómicas: trisomía 13 y 18, triploidías o mutaciones genéticas únicas. ^(5,6)

- 3) Factores de riesgo materno como: Diabetes mellitus insulino dependiente e hipertermia. ⁽⁷⁾
- 4) Exposición intrauterina a valproato, carbamacepina e inductores de ovulación. ⁽⁸⁾

Desde hace más de una década, se recomienda la ingesta diaria de 400 µcg de ácido fólico diariamente en aquellas mujeres en edad fértil, 4 años mas tarde se aprobó la adición de ácido fólico a algunos alimentos, esto debido a la asociación de su deficiencia con los defectos de tubo neural, permitiendo así la disminución de la incidencia de esta patología, hasta en un 31%. ⁽²⁻⁶⁾

DIAGNÓSTICO.

El diagnóstico prenatal debe ser realizado por ultrasonido materno y determinación de alfafetoproteínas elevadas en líquido amniótico, obtenidas por amniocentesis entre la semana 12 y 16 de embarazo. Una vez detectado y llegado al término del embarazo se obtendrá vía cesárea para evitar mayor daño y contaminación, lo que ocurre cuando el parto es vía vaginal. El diagnóstico postnatal se hace desde el nacimiento por la presencia de la masa en la región posterior del tronco en cualquier sitio de la línea media, a lo largo de la columna vertebral; con un saco herniario que contiene meninges y tejido neural. En la mayoría de los casos el defecto es plano y consiste en un tejido medular mal organizado, situado sobre la superficie de la región central rodeado de una delicada membrana semitransparente de color rosa azulada, puede haber acumulación de líquido y elevación de la lesión con apariencia quística. Cuando la lesión está expuesta, o las meninges rotas, se observa exudado de líquido cefalorraquídeo, cuando la piel cubre la lesión, puede haber un lipoma asociado sobre el defecto, a lo que se denomina lipomeningocele. ⁽⁴⁻⁹⁾

El MMC es un desorden congénito complejo que afecta primariamente al sistema nervioso y secundariamente al sistema musculoesquelético. Casi siempre hay alteración de movilidad activa en los miembros inferiores, que puede ir de leve

hasta la ausencia, con una postura en rotación externa de caderas y ligera flexión de rodillas, en algunos casos con presencia de pie equino varo. ⁽¹⁰⁻¹²⁾

En los casos de diagnóstico tardío se podrá encontrar defectos tróficos (hipotrofia) de los miembros inferiores que pueden ir desde la proximidad de los miembros inferiores, esto orientándonos al probable sitio de afección, además de la presencia de contracturas, deformidades y en ocasiones displasia de cadera o luxación de las mismas. ⁽¹⁰⁻¹³⁾

El MMC puede asociarse a otras anomalías que pueden incluir al encéfalo como: la alteración de Arnold-Chiari, displasias de la corteza, disgenesias del cuerpo calloso, hasta alteraciones mesodérmicas (arcos costales) o en tracto genitourinario. Puede haber hidrocefalia asociada en el 80-90% de los casos desde el nacimiento. ⁽¹⁴⁻¹⁶⁾

La mayoría de los niños con MMC tienen paraparesia (disminución de la fuerza muscular en miembros pélvicos) y los más afectados paraplejía (ausencia de fuerza muscular en miembros pélvicos, parálisis), sin la oportunidad de tener una vida independiente por la discapacidad ocasionada. ⁽¹⁰⁾

En el 20% de los pacientes con MMC existen múltiples complicaciones, como puede ser la vejiga e intestino neurogénicos, hidrocefalia y neuroinfección. Sin tratamiento estos niños fallecen en el 1er año de vida, por lo que es de importancia reconocer que de no ser tratado integralmente dentro de un programa de rehabilitación, irremediablemente presentará algún tipo de deterioro musculoesquelético causando deformaciones en huesos, articulaciones y finalmente discapacidad. ⁽⁵⁻¹³⁾

Las complicaciones se clasifican en: ⁽¹⁰⁻²⁰⁾.

- 1) Neurológicas secundarias: Arnold-Chiari, Siringomelia e hidromelia, médula anclada.

- 2) Musculo-esqueléticos: Atrofia muscular, osteopenia, contracturas, displasia de cadera, deformidades en pies, alteraciones en columna (cifosis, escoliosis)
- 3) Disfunción de vejiga e intestino
- 4) Psicológicas: En algunos casos problemas de adaptación social.

EXPLORACIÓN NEUROLÓGICA.

Se ha correlacionado el nivel anatómico con el nivel funcional para determinar al déficit neurológico sensorial y motor, sin embargo, en algunos casos puede haber discrepancia entre éstos, dado por la intensidad de daño, así como por el número de axones preservados tras la corrección quirúrgica. ⁽²¹⁾

En la exploración neurológica es necesario valorar algunos rubros que nos indican la integridad o la alteración en sistema nervioso central, nervio periférico y músculo, con los cuales es posible establecer un diagnóstico sindromático y nosológico más preciso, y dependiendo de los hallazgos, son la base para establecer el tratamiento correcto y establecer el nivel de afección; en algunos casos los niveles no son simétricos y pueden estar afectado un nivel y preservados los inferiores, condicionando diversidad en la presentación clínica. ⁽²⁵⁻²⁷⁾

Tono. Es el estado de contracción que mantienen los músculos en reposo, observado clínicamente por la resistencia opuesta por el músculo, que se presenta al movimiento pasivo rápido. ⁽²²⁻²³⁾ Se clasifica en:

- 1) Hipotónico: cuando no existe una resistencia al movimiento.
- 2) Hipertónico: cuando la resistencia se incrementa al realizar movimiento rápido, sin embargo si este se realiza en forma lenta es posible lograr todo el arco de movilidad de esa articulación.

La mayoría de los niños con MMC presentan hipotonía en los segmentos afectados. ⁽²²⁻²⁶⁾

Trofismo. Volumen muscular, dado por el número y tamaño de las fibras musculares que integran un músculo, se habla de hipotrofia cuando hay una disminución en el tamaño de estas e hipertrofia cuando existe aumento del tamaño, condicionando variabilidad en el volumen de un segmento. En los lactantes es difícil medir el trofismo considerando que la cantidad de tejido graso que presentan es mayor que la muscular, por lo que la hipotrofia por afección de nervio periférico a esta edad no es tan valorable. ⁽²²⁻²⁵⁾

Fuerza muscular. El concepto de fuerza físico es cualquier causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento uniforme de un cuerpo. Fisiológicamente se refiere a la máxima tensión que puede desarrollar un músculo cuando en el estado de reposo es excitado por un estímulo maximal, es decir, posibilidad de vencer una carga o realizar un movimiento en forma voluntaria dada por la contracción muscular (trabajo); también entendido como transformación de energía. ⁽²³⁻²⁵⁾

Se ha establecido una gradación para la valoración clínica de los músculos, la cual ha evolucionado de la siguiente manera:

- En 1917. Lovett dio los siguientes grados: indicio, mediocre, pasable, bueno y normal.
- En 1922 Lowman optó por una gradación cifrada de 0 a 9.
- En 1936, Kendall empleo un método de registro de porcentajes que va desde 0 a 100%.
- En 1940 Brunnstrom introdujo las nociones de + y –.
- En 1946 Williams, Daniel y Worthingham bajo la Fundación Nacional para la Parálisis infantil restituyeron la graduación internacional de 0 a 5 de Lovett.

Se explora haciendo comparación entre ambos miembros pélvicos y teniendo en cuenta la evaluación en forma aislada de cada uno de los músculos, el examen manual muscular se mide de acuerdo a escala de Lovett y se clasifica como sigue: ⁽²⁴⁻²⁶⁾

- 0 Sin contracción.
- 1 Contracción que no consigue desplazamiento de la articulación.
- 2 Contracción muscular, con arco de movilidad completo indiferente a la gravedad.
- 3 Arco de movilidad completo contra la acción de la gravedad.
- 4 Arco de movilidad completo contra la gravedad y resistencia mínima.
- 5 Arco de movilidad completo contra gravedad y resistencia máxima.

Cada músculo es inervado por una raíz nerviosa específica, por lo que representa un nivel funcional, esta representación se conoce como miotoma, y es el principal indicador para el nivel de la lesión, permite la predicción funcional, así como la indicación del tratamiento y la prescripción de órtesis. ⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ En los niños con MMC la fuerza es el rubro más afectado y que condiciona mayor discapacidad funcional. ⁽²²⁾

MIOTOMA	MUSCULO REPRESENTATIVO ⁽²²⁾
L1	PSOAS ILIACO
L2	ADUCTORES
L3	CUADRICEPS
L4	TIBIAL ANTERIOR
L5	PERONEOS
S1	SOLEO Y GEMELOS

Es importante establecer el nivel de lesión, a través de la fuerza muscular ya que esto establecerá un pronóstico funcional y la posibilidad de ambulación, En 1987 Huff, Ramsey y Schopler describen que la fuerza en cuádriceps es la clave para lograr una ambulación funcional. Dudgeon en 1991 reporta que la debilidad en los músculos de la cadera condiciona complicaciones para la ambulación, a pesar de mantener un cuádriceps con fuerza, ya que está afectada la estabilidad del miembro pélvico. ⁽²⁴⁾

Reflejos de Estiramiento Muscular (REM). Es un arco reflejo en el cual se produce una contracción muscular al estimular el huso muscular; siempre que un músculo se alarga, éste es el estímulo, la excitación de los husos produce contracción refleja del músculo. Está regulado por centros superiores, vías descendentes, vías aferentes, integridad de la placa neuromuscular, así como la actividad de las fibras intrafusales y extrafusales. Al haber lesión en centros superiores hay ausencia de estímulos inhibitorios, aumenta la actividad gamma en fibras intrafusales y éstas se acortan al aumentar la sensibilidad al estiramiento del músculo, aumentando la respuesta. Al presentar daño en las vías aferentes, no se percibe parcial o totalmente el estímulo de alargamiento del huso muscular, por lo que la respuesta refleja está disminuida o ausente; también, al estar afectadas las vías eferentes, por debajo de las neuronas motoras de astas anteriores, la respuesta también se encontrará disminuida o ausente dependiendo de la lesión. En lesiones mixtas, predomina la afección de las vías inferiores.

Para su medición se utiliza la siguiente escala: ^(22,25)

0= ausente.

1= disminuido.

2= normal, movimiento a la percusión.

3= exaltado, movimiento exagerado ante un estímulo de leve intensidad.

4= presencia de clonus.

En los recién nacidos normales, los reflejos presentes son el bicipital, el rotuliano y el aquileo, éste puede no estar presente los primeros días. También los reflejos tienen niveles neurológicos, el reflejo rotuliano es representativo del nivel L4 y el reflejo aquileo es representativo del nivel S1. ⁽²²⁻²⁶⁾ En los niños con MMC los REM se encuentran habitualmente disminuidos o ausentes.

Sensibilidad. Es la activación específica de terminaciones nerviosas (aferentes) repartidas en piel, músculos y articulaciones, sin embargo requiere de participación activa del sujeto a explorar. En los recién nacidos y lactantes se evalúa respuesta a estímulos dolorosos, táctiles superficiales y calóricos con

respuesta positiva si existe retiro de la extremidad al estímulo o de acuerdo a los cambios de expresión facial, esta valoración es más subjetiva. (26-29)

La determinación de un nivel neurológico del MMC nos permite anticiparnos a algunas posibles complicaciones músculo-esqueléticas: (10-20).

- 1) La alteración torácica se asocia a déficit cognitivo.
- 2) Tanto a nivel torácico como a nivel lumbar alto hay mayor debilidad para los músculos extensores y abductores de cadera asociándose esto a contracturas de cadera en flexión, rotación externa y aducción, flexión de rodillas y equino, así como a aumento de la lordosis lumbar.
- 3) Los niveles lumbares inferiores se asocian a alteraciones de cadera con contracturas en flexión y aducción lo que puede llevar a luxación de cadera; en los niveles medio e inferiores también puede haber valgo de rodillas, de calcáneo y aumento de lordosis lumbar.
- 4) En los niveles sacros puede haber contracturas moderadas en cadera y rodillas, pero principalmente a nivel de tobillos y pie; todas estas complicaciones como resultado de un desequilibrio muscular y defectos posturales.

También de importancia es el desarrollo de escoliosis, pudiendo ser esta primaria por la presencia de anomalías vertebrales subyacentes, o secundaria en un 40-60% de los niños con mielomeningocele; esta también por desequilibrio muscular, siendo mas frecuente entre mas alto es el nivel. (11-21)

Además de la valoración clínica existen algunos estudios complementarios, que son una extensión de la exploración física. (27-31)

ELECTROMIOGRAFÍA.

Es el registro y análisis de la respuesta de nervio y músculos, ante una estimulación eléctrica, así como la identificación de potenciales de acción voluntarios, involuntarios, espontáneos y la valoración del patrón de inserción,

mediante realización de estudios de neuroconducción de superficie y miografía de segmentos pélvicos. ⁽³⁴⁻³⁹⁾ Se debe tener en cuenta la maduración del sistema nervioso y muscular; la mielinización periférica comienza desde la 15 semana de gestación y continúa hasta los 3-5 años después del nacimiento. En los recién nacidos la velocidad de neuroconducción motora de miembros torácicos y pélvicos es igual, mientras que en los adultos y niños mayores se ha encontrado que es más rápida la velocidad de neuroconducción motora para los miembros torácicos; así también cada uno de los nervios va teniendo una maduración independiente entre sí, y entre cada uno de los individuos. Esto involucra no sólo a la velocidad de neuroconducción motora, sino también a las latencias distales y la amplitud de los potenciales de acción muscular compuesto. Esta misma maduración modifica las velocidades de neuroconducción sensorial y transmisión neuromuscular. ⁽³⁴⁻³⁹⁾ En el caso de la miografía, esta parte del estudio permite conocer la actividad eléctrica sumada generada por las fibras musculares inervadas por una neurona motora alfa en específico (Unidad motora); el método estándar involucra el uso de una aguja intramuscular monopolar durante la contracción muscular voluntaria del individuo a estudiar, con el fin de evaluar los potenciales de unidad motora (amplitud, duración, número, fases, patrón de reclutamiento); esto condiciona en algunos casos ansiedad en el niño y menores niveles de cooperación, sin olvidar que *en el caso de los niños menores a 2 años, no es posible conseguir una contracción voluntaria sostenida para poder evaluar esta respuesta*. Por lo que en estas edades, la exploración física será la herramienta principal para la evaluación de una lesión, ya que además *no son equivalentes la fuerza muscular y la respuesta electromiográfica*. ^(34,36,40)

En los pacientes que han recibido tratamiento quirúrgico en médula espinal, columna y raíces nerviosas se encuentran en la electromiografía pueden presentarse datos de inestabilidad de membrana hasta por 6 meses, por lo que no siempre proporciona datos relevantes en cuanto a lesión nerviosa o potencial de recuperación, ⁽⁴⁰⁾ sin embargo, las velocidades de neuroconducción permiten conocer el tipo de daño que presenta el nervio. ⁽³⁴⁻³⁹⁾

POTENCIALES EVOCADOS SOMATOSENSORIALES.

Evalúan el neuroeje (piel – corteza motora encefálica) y determinan su integridad, determinando posible nivel de lesión, y en ningún momento se podrá precisar el sitio exacto ni el tipo de lesión, excepto en potenciales dermatomales, especificando raíz nerviosa. ⁽³⁴⁻³⁹⁾

ESTUDIOS DE IMAGEN.

Radiografías, Tomografía axial computarizada, Resonancia Magnética. Estos nos permiten evaluar la lesión desde un punto de vista anatómico, permitiendo correlacionar los hallazgos en la exploración física con aquellos encontrados en imagen, pudiendo ser herramienta útil en el abordaje quirúrgico del paciente. Sin embargo, no son de utilidad para valoración funcional muscular ni de nervio periférico. ⁽²⁷⁻³⁰⁾

TRATAMIENTO.

El tratamiento del niño con mielomeningocele requiere de una participación multidisciplinaria de especialistas médicos y quirúrgicos. ⁽²⁷⁻³⁰⁾

El objetivo general será el manejo de la manera más oportuna y suficiente para evitar complicaciones a corto y largo plazo, logrando además alcanzar la máxima recuperación de sus funciones, lograr su independencia, siendo inclusive competitivo en todas las áreas de su vida; y deberá ser iniciado precozmente. ⁽²⁷⁻²⁹⁾

MANEJO DE REHABILITACIÓN.

La terapia física es la aplicación de medios físicos con fines terapéuticos, en los niños con MMC inicia desde el periodo neonatal y se continúa hasta la adolescencia, teniendo modificaciones dependiendo de las diversas etapas del desarrollo. ⁽³²⁻³³⁾

En la etapa neonatal, el manejo con terapia física inicia inmediatamente después del cierre del MMC, y se aplican técnicas para incrementar y mantener los arcos

de movilidad articular, limitar contracturas, evitar deformidades y favorecer ganancia de fuerza muscular, esto mediante movilizaciones por segmentos a los miembros pélvicos, estiramientos musculares a las contracturas, y técnicas para mejorar la fuerza, con este tratamiento se mejora la nutrición de los tejidos, y se trata de restablecer el equilibrio muscular entre los grupos agonistas y antagonistas, además de favorecer el desarrollo psicomotor normal, el cual se retrasa si existe parestia o parálisis de los miembros pélvicos. ⁽²⁷⁻³³⁾

Se debe entrenar a los padres con el fin de crear una participación activa en el tratamiento y favorecer estimulación de algunas actividades de desarrollo, se indica la forma en como se debe posicionar al niño, métodos de carga y cuidados para la piel. ⁽²⁸⁾

ELECTROESTIMULACIÓN.

HISTORIA.

La historia de la neuromodulación y neuroestimulación tiene sus comienzos en importantes descubrimientos en el campo de la electricidad y neurofisiología. En la antigüedad se creía que la contracción muscular era el resultado de "espíritus de animales" localizados en el cerebro, persistiendo esta teoría hasta el siglo XVIII. En 1786 Galvani produjo contracción muscular al tocar el músculo con una combinación de 2 diferentes metales, concluyendo que esta provenía de "fluidos" almacenados en el músculo. En 1792 Volta, describe el mismo efecto, denominándolo "principio de la corriente", estableciendo que ésta se producía por la diferencia de los metales. Hasta 1811, Bell realiza los primeros experimentos de estimulación en las raíces nerviosa, en donde a través de experimentos anatómicos, establece que la estimulación de los fascículos anteriores de la médula produce contracción de los músculos de la espalda. Magendie es el primero que establece experimentos neurofisiológicos para el estudio de las raíces nerviosas espinales, realizando estudios en cachorros donde establece que las vías posteriores conducen estímulos sensoriales y las anteriores estímulos motores, constituyendo así las porciones anteriores eferentes motoras y las

posteriores aferentes sensoriales. Los experimentos de Sherrington en 1892 permiten el estudio del segmento lumbosacro, a través de la estimulación de las raíces lumbosacras obteniendo movimiento en los miembros inferiores, así como la estimulación de vejiga e intestino; en este mismo año, Hertz describe las oscilaciones de alta frecuencia, haciendo posible la estimulación del tejido neural a través de inducción de corriente alterna. ⁽⁴¹⁻⁴³⁾

En 1972 Bridley realiza estimulación a través de un electrodo a nivel de raíces lumbosacras, tras laminectomía, encontrando movimiento muscular y vaciamiento de vejiga, encontrando que para la estimulación muscular se requería de estímulos de menor intensidad, estableciendo que las fibras nerviosas somáticas son mas sensibles eléctricamente que las autonómicas. ⁽⁴¹⁻⁴³⁾

En 1982 Tanagho y Schmidt presentan el primer resultado de la estimulación muscular de raíces sacras en perros parapléjicos, a través de fijación de un electrodo en las láminas sacras, permitiendo movimientos de músculos en los miembros pélvicos, sentando así las bases de la electroestimulación funcional aunque no se especifica el tipo de corriente utilizada. ⁽⁴¹⁻⁴³⁾

La energía eléctrica se utiliza desde hace siglo y medio, cobrando interés particular en sus aplicaciones terapéuticas. La electroestimulación consiste en inducir potenciales de acción en células excitables, musculares o nerviosas, mediante aplicación de un campo eléctrico. La finalidad de la electroestimulación es sustituir la deficiencia de la actividad muscular voluntaria, o mejorar la calidad muscular. ⁽⁴⁴⁻⁴⁶⁾

La electroestimulación muscular fue empleada por Karmel-Ross en 1992, en un estudio piloto, para fortalecer el cuádriceps en niños con espina bífida, empleando para la estimulación la modalidad de corriente bifásica, cuadrangular a 35 Hertz, con mejoría en 2 pacientes, no siendo valorable en dos pacientes por no haber concluido el tratamiento. ⁽⁴⁵⁾

FISIOLOGÍA.

Cabe recordar que las características musculares de los niños con MMC están dadas por la desorganización del neuroeje (médula y raíces) a nivel medular en la zona de disrafia. Ya que los músculos no se contraen voluntariamente, la falta de movimiento tiende a degenerar al tejido muscular en tejido no contráctil (fibroso).
(41-46)

El músculo está constituido funcionalmente por unidades motoras, que consisten en un conjunto de fibras musculares inervadas por una misma motoneurona, este grupo actúa al unísono en forma de todo o nada, es decir, todas las fibras se contraen simultáneamente o están en reposo. En cada descarga la fuerza generada por la unidad es la misma. La gradación de fuerza en la contracción de un músculo se consigue variando la frecuencia de batido de cada unidad motora y activando mayor o menor número de unidades. La unidad motora inicia su actividad con una frecuencia baja, 10 Hertz o menos, y la va aumentando hasta su máximo, en general inferior a 50 Hertz, que puede mantener hasta fatigarse o ser sustituida. El mecanismo de incremento de fuerza aumentando la frecuencia de descargas por segundo se llama sumación temporal. Cuando el esfuerzo solicitado va siendo mayor, se activan progresivamente más unidades motoras: es la sumación espacial. Con varias unidades en marcha se establece una rotación, de manera que el número es constante para un nivel determinado de contracción, pero las unidades individuales se van turnando.⁽⁴⁵⁻⁴⁶⁾

Cuando un músculo o nervio se encuentra afectado por un proceso patológico, estos van a perder en mayor o menor grado su capacidad de trabajo. En el caso del músculo dejará de contraerse, lentamente perderá su metabolismo propio de fibra muscular y terminará degenerando en otro tejido fibroso que sustituya al tejido muscular. La electroestimulación se aplica con el fin de recuperar o, al menos, mantener activo el metabolismo propio del sistema neuromuscular.⁽⁴¹⁻⁴⁶⁾

CARACTERÍSTICAS DE LAS CORRIENTES.

Deben considerarse varios parámetros de elección de la corriente, su intensidad, cantidad de energía y tiempo de aplicación. El conjunto de los mismos debe de dar

una corriente eléctrica que provoque una contracción de óptima calidad, sin peligro de quemaduras u otros inconvenientes vinculados al uso de la electricidad, por lo que es necesario conocer algunos parámetros fundamentales para la aplicación de la energía eléctrica: ⁽⁴¹⁻⁴²⁾

- Polaridad: Se refiere al movimiento de electrones, esto es de la zona con exceso de electrones o cátodo (carga -) a la zona con déficit de electrones, esto es ánodo (carga +).
- Flujo: si dos cuerpos de carga igual y opuesta se conectan por medio de un conductor metálico, las cargas se neutralizan; Esto mediante un flujo de electrones.
- Diferencia de potencial: Para mover una partícula cargada de un punto a otro del campo, hay que realizar trabajo. La cantidad de energía necesaria se conoce como diferencial de potencial entre ambos puntos.
- Corriente Eléctrica: Flujo de partículas cargadas, Cantidad de cargas que pasan en una unidad de tiempo a través de un área. Determinado por 3 magnitudes: Voltaje o diferencia de potencial; intensidad de corriente, esto es el número de electrones en un segundo; y la resistencia del circuito.
- Resistencia: Oposición al flujo de corriente eléctrica debido a dos aspectos; la cantidad de electrones libres y la distancia que viajan antes de chocar y cambiar de dirección.

El uso de electroestimulación, para obtener una contracción lo más parecida posible a la voluntaria normal, permitirá favorecer la nutrición muscular, su contractibilidad y flexibilidad; para inmediatamente después iniciar la reeducación muscular, mejorando así imagen psicosensorial y psicomotora de la región afectada, facilitando recuperación motora. ⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾

En la electroestimulación con un solo pulso a intensidad elevada se genera una contracción única y simultánea de todas las unidades motoras, no hay sumación temporal ni espacial como en la contracción voluntaria. ⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾

Las corrientes exponenciales son una modalidad en la cual se aplica corriente directa, a una frecuencia baja de 5 Hertz, ciclos de 2000 milisegundos (mseg), con duración de estímulo que se incrementa exponencialmente dependiendo de la respuesta del músculo, dejando el resto del ciclo de reposo ⁽⁴⁶⁻⁴⁹⁾. Esta modalidad terapéutica de corriente directa ofrece cuatro pulsos de diferente duración, los cuales suman entre la estimulación y el reposo los 2000 mseg, siendo como siguen:

- I 50/1950 mseg (50 mseg de contracción, por 1950 mseg de reposo)
- II 100/1900 mseg (100 mseg de contracción, por 1900 mseg de reposo)
- III 200/1800 mseg (200 mseg de contracción, por 1800 mseg de reposo)
- IV 500/1500 mseg (500 mseg de contracción, por 1500 mseg de reposo)

El pulso ideal para el tratamiento de cada paciente será individualizado, y corresponde a donde se presente la mejor contracción, mientras mayor duración del pulso (500-200mseg) mas severa será la lesión; obteniendo respuestas a menor duración (100-50mseg) como un claro signo de recuperación. ⁽⁴¹⁻⁴⁹⁾

La electroterapia se prescribirá a los músculos paralizados con corrientes exponenciales, ya que tienen la propiedad de estimular las fibras musculares afectadas. ⁽⁴¹⁻⁴⁹⁾

Se han reportado en estudios previos que la masa muscular en un músculo puede afectarse hasta en un 75%, principalmente a expensas de las fibras tipo II, con sustitución de músculo por tejido fibroso; vinculada también con un aumento del ARNm que codifica para una activación de la vía proteolítica de ATP-ubiquitina, que a su vez actúa como un cofactor favorecedor de la proteólisis. ⁽⁴³⁻⁴⁶⁾

Si la electroestimulación se inicia inmediatamente al tiempo de la lesión, se espera prevenir la degradación del receptor de acetilcolina de lenta degradación ⁽⁴³⁾, si se inicia después de que el receptor se ha empezado a desestabilizar, la electroestimulación no tendría ningún efecto en la prevención de la degradación.

Sin embargo estudios han demostrado la preservación del diámetro de la fibra muscular y la inducción de un tipo de fibra muscular híbrida, que tienen características del tipo I y II, cuando hay aplicación tardía de la electroestimulación (46-54).

En un estudio retrospectivo realizado en este Instituto en 2006 se observó mejoría significativa tanto con la rehabilitación convencional, como con la aplicación de electroestimulación con corrientes exponenciales, obteniendo mejores resultados con ésta última, tanto en la fuerza muscular de todos los miotomas como en los reflejos rotuliano y aquileo, aunque con menos mejoría en el miotoma S1 y el reflejo aquileo (55).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad los pacientes con mielomeningocele viven hasta la edad adulta, padeciendo las secuelas de esta alteración del desarrollo. Es conveniente conocer los resultados de la aplicación de corrientes exponenciales en estos pacientes en forma prospectiva y controlada, y valorar si es una adecuada opción de tratamiento, por lo que planteamos la siguiente:

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con MMC con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales?

JUSTIFICACIÓN.

El mielomeningocele conforma un problema de salud en México, se requiere de una intervención temprana mediante rehabilitación, que de forma oportuna nos ayude a mejorar la fuerza muscular y en futuro la prevención de secuelas con impacto sobre la calidad de vida del paciente. La aplicación de corrientes exponenciales favorece el inicio de la contracción en músculos desnervados, teniendo como resultado la base para obtener recuperación de la movilidad, estabilidad articular y funcionalidad, de tal forma que se mejore el desarrollo psicomotor, permitiendo que el niño logre el giro, arrastre, gateo y en un futuro la marcha, además de mejorar la funcionalidad e independencia.

En el 2006 se realizó en este Instituto un estudio retrospectivo⁽⁵⁵⁾, en el cual se revisaron los expedientes de lactantes con MMC, encontrando que los pacientes que recibieron tanto rehabilitación convencional como aquellos que también recibieron electroestimulación con corrientes exponenciales tuvieron mejoría significativa, siendo mayor los del grupo de electroestimulación; sin embargo, por ser un estudio retrospectivo, se presentaron sesgos y limitaciones metodológicas, por lo que es de nuestro interés realizar este estudio prospectivo, y corroborar si el tratamiento con ambos métodos mejora la fuerza muscular y los reflejos, y cuál de los dos es el más efectivo. Un diseño prospectivo nos permitirá contar con datos de mayor calidad y mayor rigor metodológico.

El producto final de este proyecto es la publicación en una revista especializada de los resultados, así como la presentación en reuniones de investigación de la especialidad. Como producto secundario, se obtendrá la tesis de graduación como especialista de un residente de Medicina de Rehabilitación Pediátrica.

HIPÓTESIS.

La terapia convencional más la electroestimulación muscular con corrientes exponenciales aumenta dos puntos la fuerza muscular de miembros pélvicos en lactantes con MMC.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

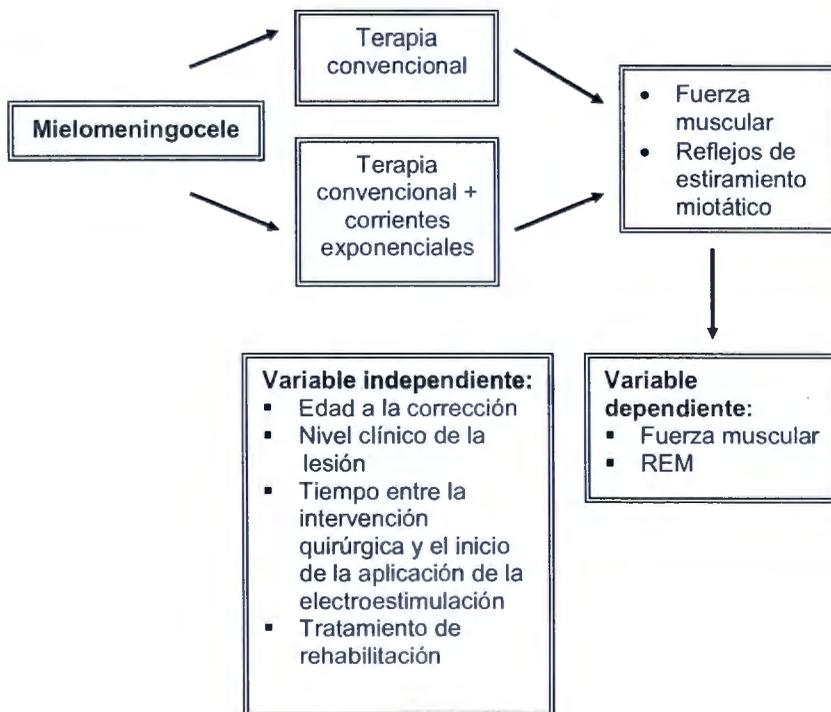
Determinar la eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con MMC con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir la fuerza muscular de miembros pélvicos en lactantes con MMC antes y después del manejo de rehabilitación en pacientes con corrientes exponenciales más terapia convencional y únicamente con terapia convencional.
- Describir los reflejos de estiramiento muscular de miembros pélvicos en niños con MMC antes y después del manejo de rehabilitación en pacientes con corrientes exponenciales más terapia convencional y únicamente con terapia convencional.
- Describir si existen variaciones en los resultados en relación al tiempo en el que se realizó la cirugía y el inicio del tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Diseño del estudio: Clínico, longitudinal, prospectivo, experimental, comparativo, prolectivo.



Variables: Ver Descripción Operacional de las Variables (**Anexo 1**)

Población Objetivo: Lactantes con mielomeningocele.

Población Elegible: Que asistan al INP al servicio de Rehabilitación en el periodo comprendido de enero del 2008 a octubre del 2013.

CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Criterios de inclusión:

- Niños y niñas.
- Edad de 0 a 6 meses de edad.
- Que hayan recibido manejo quirúrgico del MMC.
- Que puedan acudir a las terapias.
- Que acepten los familiares ingresar al paciente al protocolo y firmen carta de consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Contar con alguna enfermedad metabólica, neurológico o musculoesquelética concurrente que interfiera con la valoración clínica objetiva.

Criterios de eliminación:

- Que no completen el 80% de las sesiones programadas.
- Que no acudan a la evaluación final.
- Que durante el estudio presenten padecimientos que impidan continuar la aplicación de la terapia (infecciones, cirugías).

METODOLOGÍA

Se realizó una evaluación inicial a los 3, 6 y 12 meses, consignando edad inicial, edad de intervención quirúrgica, nivel del MMC, fuerza muscular y reflejos en la hoja de captación de datos. Para establecer el nivel motor se llevó a cabo el examen manual muscular mediante la escala de Lovett, tomando en cuenta los miotomas de cada raíz: L1 psoas iliaco, L2 aductores, L3 cuádriceps, L4 tibial anterior, L5 peroneos, S1 sóleo y gemelos. Los reflejos de estiramiento muscular patelar y aquileo serán evaluados en escala del 0 al 4.

Se asignaron aleatoriamente los pacientes para formar dos grupos:

Grupo 1 que llevó a cabo tratamiento de *rehabilitación convencional*, que consistió en:

Terapia física: movilizaciones pasivas a miembros pélvicos, presión a vientres musculares, presión estabilizadora, reeducación manual a músculos en 1 y 2 en valoración de Lovett y fortalecimiento a músculos en 3.

Terapia ocupacional: aplicación de texturas para aumentar tono muscular, actividades para mejorar la función de extremidades inferiores, estimulación propioceptiva.

Grupo 2 recibió *rehabilitación convencional más corrientes exponenciales*, las corrientes fueron aplicadas mediante el equipo DC-20 en puntos motores de miembros pélvicos en miotomas: L1 psoas iliaco, L2 aductores, L3 cuádriceps, L4 tibial anterior, L5 peroneos y S1 tríceps sural.

Las corrientes exponenciales ofrecen cuatro pulsos de diferente duración, los cuales suman entre la estimulación y el reposo los 2000 mseg, siendo como siguen: I:50/1950 mseg (50 mseg de contracción, por 1950 mseg de reposo), II:100/1900 mseg (100 mseg de contracción, por 1900 mseg de reposo), III: 200/1800 mseg (200 mseg de contracción, por 1800 mseg de reposo) y IV: 500/1500 mseg (500 mseg de contracción, por 1500 mseg de reposo).

El pulso ideal para el tratamiento de cada paciente fue individualizado, y correspondió al que presentaba mejor contracción, mientras mayor duración del pulso (500-200mseg) más severa fue la lesión; obteniendo respuestas a menor duración (100-50mseg) como un claro signo de recuperación.

Las terapias se aplicaron 3 sesiones por semana por un año. Las evaluaciones clínicas las realizaron por el mismo médico y todas las terapias aplicadas por el mismo terapeuta físico.

RESULTADOS.

Para el análisis estadístico se elaboró base de datos en MS Excel. Se realizó estadística descriptiva estimándose medidas de tendencia central, así como estadística bivariada.

Análisis descriptivo:

Se incluyeron 82 pacientes con diagnóstico de MMC. Se excluyeron 63 por no cumplir con los criterios de selección, fueron eliminados 5 pacientes por faltar la última evaluación. Solo se incluyeron 19 pacientes. De éstos 6 fueron femeninos (32%) y 13 masculinos (68%). (Cuadro 1).

Para el análisis de contraste de la fuerza muscular por miotomas previo a recibir tratamiento y posterior (12m) en ambos grupos se utilizó t-pareada. Se mostró diferencia estadísticamente significativa para los miotomas L3 bilateral y L5 izquierdo (Cuadro 2), para los reflejos de estiramiento muscular no se mostró diferencia (Cuadro 3).

La fuerza muscular en las valoraciones a los 3 y 6 meses mostró mejoría estadísticamente significativa para los miotomas L2 bilateral ($p \leq 0.05$), L4 bilateral ($p \leq 0.08$) y L5 izquierdo ($p \leq 0.06$) con tendencia a ser significativo a los 3 meses; L3 izquierdo ($p \leq 0.048$) y L5 bilateral ($p \leq 0.041/0.029$) con mejoría significativa a los 6 meses (Cuadro 4, gráfica 1); sin mostrar diferencia en los reflejos de estiramiento muscular a los 12 meses (Cuadro 5).

En la primera valoración el número de pacientes que presentaron reflejos de estiramiento muscular normales fueron para el reflejo rotuliano derecho 2, reflejo rotuliano izquierdo 1 y reflejo aquileo izquierdo 1, después de recibir tratamiento (12 meses) 2 pacientes presentaron mejoría en el reflejo rotuliano derecho y 3 pacientes en el reflejo rotuliano izquierdo.

Comparando la diferencia entre ambos grupos de la fuerza de cada uno de los miotomas valorados con: terapia convencional (grupo 1) se encontró mejoría para el miotoma L5 izquierdo ($p \leq 0.049$) y L2 izquierdo con tendencia a ser significativo ($p \leq 0.08$); terapia convencional más electroestimulación (grupo 2) se encontró mejoría significativa para el miotoma S1 bilateral ($p \leq 0.025$) y con tendencia a ser significativo en los miotomas L3 bilateral ($p \leq 0.076$) y L4 izquierdo ($p \leq 0.076$). (Cuadro 6 gráfica 2). Sin mostrar diferencia en los reflejos de estiramiento muscular (Cuadro 7).

Se estratificó por edad al tiempo de la cirugía por grupos separados encontrando que los pacientes que recibieron atención quirúrgica en las primeras 72 horas mostraron diferencia significativa en los miotomas L3 bilateral ($p \leq 0.011/0.021$), L4 izquierdo ($p \leq 0.033$), S1 bilateral ($p \leq 0.007/0.041$). Los pacientes con atención quirúrgica posterior a las 72 hrs no mostraron diferencia significativa (Cuadro 8). En los reflejos de estiramiento muscular no se encontró diferencia significativa (Cuadro 9).

Estratificamos en ambos grupos por tiempo de inicio de terapia después del acto quirúrgico, en inicio de la terapia antes de un mes se encontró diferencia significativa a nivel del miotoma L3 derecho ($p \leq 0.05$), L3 izquierdo ($p \leq 0.09$) y S1 bilateral ($p \leq 0.09$) con tendencia la mejoría; en el grupos de pacientes que iniciaron la terapia después de 1 mes o más presentaron diferencia significativa a nivel de L5 izquierdo ($p \leq 0.02$) (Cuadro 10).

DISCUSIÓN.

El objetivo de la electroestimulación de músculos desnervados con posibilidades de reinervación es prevenir la fibrosis muscular, manteniendo las propiedades contráctiles de la fibra muscular desnervada, mientras se produce la regeneración Walleriana. La electroestimulación muscular ha sido de utilidad en rehabilitación, sin embargo no se ha probado su superioridad comparado con el fortalecimiento muscular debido a escasos estudios clínicos controlados. Los beneficios que

proporciona la electroestimulación son mejoría en la circulación local, trofismo y metabolismo periférico, profilaxis para la úlceras por presión y mejoría en el acondicionamiento físico.^{56,57}

Según lo reportado por Yekta y cols (2012) el MMC se produce con mayor frecuencia en la zona lumbosacra en el 46.6%. En cuestión del tiempo quirúrgico los pacientes del estudio de Yekta y cols (2012) fueron sometidos a cirugía a los 3 días, sin embargo refieren que una intervención quirúrgica precoz menor a 72 horas después del nacimiento se asocia a menor morbilidad y mortalidad además de una menor estancia hospitalaria y menor tasa de complicaciones. Los reportes de nuestro estudio fue que el 63% de los pacientes se sometieron a intervención quirúrgica dentro de las primeras 72 horas de nacimiento mostrando diferencia significativa en la valoración motora a nivel de L3, siendo este punto de importancia debido a que el miotoma L3 corresponde al músculo cuádriceps que es clave para lograr la marcha ya que tuvo mejor respuesta a la terapia, en el grupo de pacientes que fueron sometidos a cirugía posterior a 72 horas no se encontró diferencia significativa, interpretándose que existen otros factores importantes que determinan los cambios en la fuerza muscular como lo es el inicio temprano de un programa de rehabilitación; estos resultados no se pueden comparar con otros autores ya que no se ha relacionado la cirugía con el inicio del programa de rehabilitación.^{58.}

Hasta el momento, en México no existen estudios prospectivos en niños que evalúen la fuerza muscular a través de electroestimulación muscular. El estudio de Calderón y cols (2012) reportan mejoría en los arcos de movilidad, disminución de contracturas, aumento de la fuerza muscular y mejoría en la postura por medio de la técnica de Halliwick. Nuestro estudio reporta mejoría significativa en la fuerza muscular por miotomas tanto con la terapia convencional como la terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales, siendo más significativa a los 12 meses de cumplir el tratamiento, con recuperación de la fuerza en los miotomas L2 bilateral y L5 izquierdo a los 3 meses, L3 izquierdo y L5

bilateral a los 6 meses, L3 bilateral y L5 izquierdo a los 12 meses, manteniéndose posteriormente la fuerza de los miotomas que ya habían mejorado.⁵⁹ Por lo anterior, en el caso de que los pacientes no puedan acudir a terapias con electroestimulación con corrientes exponenciales, la rehabilitación con programa de casa con el manejo convencional es buena opción ya que muestra que sí hay mejoría en su fuerza; aunque la tendencia es que la aplicación de las corrientes produce mayor beneficio a largo plazo, como se encontró en el estudio de Aguila y cols ⁵⁵ . Estas tendencias a ser estadísticamente significativo, implica que se requiere de una mayor muestra para obtener resultados más específicos y confiables.

Según lo reportado por Rademacher y cols (2008), los valores más bajos de recuperación se correlacionan con niveles más altos de lesión, sin embargo, todos nuestros pacientes tuvieron nivel lumbosacro, presentándose mejor fuerza a nivel proximal y menor fuerza a nivel distal.⁶⁰

En lo que respecta a los reflejos de estiramiento muscular, se observó mejoría en la evaluación clínica de los reflejos rotulianos a los 12 meses posterior al tratamiento, aunque estadísticamente no fue significativo; en el reflejo aquileo no se encontró mejoría significativa que pudiera estar relacionado con la mayor afección de las raíces más inferiores responsables del reflejo aquileo, sin embargo no coincide con la mejoría significativa de la fuerza muscular que se observa en el miotoma S1 posterior a la terapia de rehabilitación, resultados que se correlacionan con el estudio de Espinoza y cols (2011).

Valoramos los resultados de acuerdo al tiempo transcurrido entre la edad en la que se realizó el cierre del defecto del tubo neural con la edad de inicio del programa de rehabilitación, encontrando mejoría significativa en el miotoma L3 derecho en el grupo de pacientes que iniciaron el programa en el primer mes de vida lo que nos traduce la importancia del inicio más temprano de la rehabilitación para mejor pronóstico funcional.

CONCLUSIONES.

Los pacientes que son sometidos a cierre del defecto del tubo neural dentro de las primeras 72 horas posterior al nacimiento e inicio del programa de rehabilitación en el primer mes de vida tienen mejor pronóstico para mejorar la fuerza y más posibilidades de lograr la marcha.

Tanto la terapia convencional como la terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales son eficaces para la recuperación de la fuerza muscular en miembros inferiores en lactantes con MMC con mejores resultados en el grupo de electroestimulación, sin embargo, es conveniente incrementar el tamaño de la muestra para obtener resultados más significativos.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	Mar 2008	Abr 2008	Jun 2008	2009	2010	2011	2012	Sep 2013	Nov 2013	Dic 2013	Ene 2014	Feb 2014
Diseño del protocolo	X	X										
Autorización del protocolo			X									
Recolección de datos.				X	X	X	X	X	X			
Procesar datos.										X		
Análisis estadístico.										X		
Elaboración de conclusiones.										X		
Redacción del escrito final.											X	X

BIBLIOGRAFÍA:

1. Monografía de mielomeningocele, secretaria de Salud, México, 27 marzo de 2000
2. Medina A., Coutiño B., Alvarado G., Ramírez J., Epidemiología del mielomeningocele en niños menores de un año de edad en el instituto nacional de pediatría. Revista mexicana de Medicina Física y Rehabilitación 2001; 12: 50-54
3. Sánchez, A. Martínez M. Comparación de las Características Epidemiológicas de los defectos del tubo neural clasificados según el fallo de los distintos puntos de cierre. Anales Españoles de Pediatría 2002; 57(5):457-465
4. Williams, L.; Mai, C.; Edmonds, L.; Prevalence of Spina Bifida and Anencephaly During the Transition to Mandatory Folic Acid Fortification in the United States. Obstetrical and Gynecological survey 2003;58(2): 90-92
5. Kolaski, K. Mielomeningocele. E medicine 2004: Nov. 6
6. Burn, D. J.; Bates, D. Myelomeningocele. J Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 1998; 65(6):810-821
7. Moretti, E.; Bar-Oz, B.; Fried, S.; et al. Maternal Hyperthermia and the risk for Neural Tube Defects in Offspring. Epidemiology 2005;16:216-219
8. Akar, N.; Akar, E.; Gûlhis, D. Spina Bifida and common mutations at the homocysteine metabolism Pathway. 2000; 57(3): 230-231
9. Guggisberg; D.; Et al Skin Markers of occult Spinal Dysraphism in childrens. Archieves of Dermatology. 2004; 140:1109-1115
10. Norrin S., Strinnholm M., Dahl M., Factors of significance for mobility in children with myelomeningocele. Acta paediatric 2003, 92: 204-210.
11. Jones R., Hunt A., Clinical and radiological predictors of scoliosis in myelomeningocele.. Journal Bone Joint Surgery 2003; 85-B Suplemento III

12. Jayesh, T.; Thomson, J.; Slakey, J.; Et al. Clinical And Radiographic predictor of scoliosis in patients with mielomeningocele. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2002; 84(8): 1389-1394
13. Brinker, Mark R.; Rosenfeld, Samuel R.; Feiwell, Earl; Granger, Shawn P.; Mitchell, Diane C.; Rice, Janet C. Myelomeningocele at the Sacral Level. Long-Term Outcomes in Adults. *Journal of Bone And Joint Surgery*, 1994, 76-A(9): 1293-1300.
14. Park T.; Hoffman, H.; Hendrick, B. et al. Experience with surgical decompression of the Arnold-Chiari malformation in Young infants with mielomeningocele. *Neurosurgery* 1983;13:147-152
15. Vachha, B.; Adams, R.; Rollins, N. Limbic tract anomalies in pediatric myelomeningocele and Chiari II malformation: anatomic correlations with memory and learning. *Radiology* 2006;240(1):194-202
16. Tubbs, R.; Wellons III, J.; Grabb, P.; Oakes, W. Chiari II malformation and occult spinal dysraphism. Case reports and a review of the literature. *Pediatrics Neurosurgery* 2003;39(2):104-107.
17. Duffy, C., Graham, H.; Cosgrove, A. The Influence of Ankle-Foot Orthoses on Gait and Energy Expenditure in Spina Bifida. *Journal of paediatrics orthopedic* 2003, 20 (3): 356-361
18. Moore, C.; Nejad, B., Novak, R.; Luciano, D.; Energy cost on walking in low lumbar mielomeningocele. *Journal of Pediatric Orthopaedic*. 2001; 21(3): 388-391
19. Duffy, C.; et al. Three Dimensional Gait analysis in Spina Bifida. *Journal of Pediatric Orthopaedic*. 1996 16(6)786-791.
20. Sherman, Michael S. MD; Kaplan, J. M. MD; Effgen, Susan PhD, PT; Campbell, David RPFT; Dold, Fred MD Pulmonary dysfunction and reduced exercise capacity in patients with mielomeningocele. *The Journal of Pediatrics*. September 1997, 31(3), pp 413-418

21. Matuszczak, E.; Lenkiewicz, T. Results of surgical treatment of mielomeningocele. *European Journal of pediatric Surgery*. 2006; 16(5):337-342
22. Victor, M.; Ropper, A. Adams y Victor: Principios de neurología. 7ª Ed. Mc Graw Hill, Vol. IV, 2001
23. Kendall, F.; McCreary, E.; Provance, P. *Musculos: Pruebas, Funciones y Dolor Postural*. 4ª Ed. Baltimore, Md: Williams & Williams. 2000
24. Daniels, I.; Worthingham, C. *Pruebas musculares: Técnicas de examen manual*. 6ª Ed., Wb Saunders Co. Philadelphia 2000
25. Lacôte, M.; Chevalier, A.; Miranda, A. Et al. *Valoración de la función muscular normal y patológica*. Ed. Mason; 1984
26. Wai, E.; Owen, J.; Fehelings, D.; Wright, J. *Assessing Physical Disability in children With Spina Bifida and scoliosis*. 2000; 20:765-770
27. Bauer, S. *The managment of myelodysplasic child: a Paradigma Shift*. *BJU International*. 2003;92, Sup 1:23-28
28. Ryan, K; Ploski, C; Emans, J. *Myelodysplasia-The musculoskeletal problem: habilitation from infancy to adulthood*. *Physical Therapy* 1991; 71(12):935-945.
29. Lorber J. *Result of treatment of mielomeningocele*. *Development medicine child neurology*. 1971;13:279-303.
30. Gross, R.; Cox, A.; Tatyrek, r. et al. *Early management and decision making for the treatment of mielomeningocele*. *Pediatrics*. 1983;72:150-158.
31. McDonald, C.; Jaffe, K.; *Assesment of muscle strength in children with mielomeningocele: accurancy and stability of measurements over time*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1986;67:855-861
32. Wolf, L.; MacLaughlin, J. *Early motor development of children with mielomeningocele*. *Cerebral palsy and Development Medicine*: 1984, 10.
33. Sousa J.; Telzrow; R. *Developmental guidelines for children with myelodysplasia*. *Physical Therapy*. 1983;63:21-29
34. Miller, R.; Kuntz, N.; *Nerve conduction studies in infants an children*. *J. Child Neurol* 1986;1:19-26

35. Hays, R.; Hackworth, S.; y cols. Physicians' practice patters in pediatric electrodiagnosis. *Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1993;74:494-496
36. Jablecki, C. Electromyography in infants and children. *Journal of child neurology*; 1996; 1:297-318.
37. Parano, E.; Uncini, A.; y cols, Electrophysiologic correlates of peripheral nervous system maturation in infancy and Childhood. *Journal of child neurology*; 1999;8:336-338
38. Dumitru, D. *Electrodiagnostic Medicine*, Philadelphia 1994. Hanley & Belfus
39. Jones, H. *Pediatric Clinical Electromyography*. 1990. Hanley & Belfus
40. Torre, M.; Palanche, D.; et al. Value of electrophysiological assessment after surgical treatment of spinal dysraphism. *The Journal of Urology* 2002, 168: 1759-1763
41. Chantraine A., Gobelet C., Zitener J.L.. *Electroterapia*. *Enciclopedia Medico Quirúrgica*. 2005. 26-145-A-10: 1-24
42. Plaja, J. *Analgesia por medios físicos*. 1ª Ed. Mc Graw Hill 2003; 124-142
43. Salmons, S.; Ashley, Z.; Sutherland, H.; Russold M.; Li, F.; Jarvis, JC. Functional electrical stimulation of denervated muscles: basic issues. *Artificial Organs*. 2005; 29(3): 199-202
44. Fandel, T.; Tanagho, E. Neuromodulation in voiding dysfunction. A Historical overview of neurostimulation and its application. *Urology clinics of North America*. 2005;32:-10
45. Balcom, A.; Wiatrak, m.; Biefelt, T.; Reuen, K.; Langestroer, P. Initial experience with home therapeutic electrical Stimulation for continence in mielomeningocele population. *The Journal of Urology*. 1997; 158(3): 1272-1276
46. Kern, H.; Salmons, S.; Mayr, W.; Rossini, K.; Carraro, U. Recovery of long-term denervated human muscles induced by electrical stimulation *Muscle Nerve* - 2005; 31(1): 98-101

47. Xu JG; Tu YQ; Gu YD Effect of electric stimulation on denervated skeletal muscle atrophy. *Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*.2003; 17(5): 396-399
48. Kern H; Rossini K; Carraro U; Mayr W; Vogelauer M; Hoellwarth U; Hofer C Muscle biopsies show that FES of denervated muscles reverses human muscle degeneration from permanent spinal motoneuron lesion. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2005; 42(3) Suppl 1: 43-53
49. Palmer, S.; Richards, I.; Kaplan, W. Transrectal Electrostimulation Therapy for Neuropathic Bowel Dysfunction in Children With Myelomeningocele. *The Journal of Urology*. 1997;157(4):1449-1452
50. Vojta V. Die cerebralen Bewegungsstörungen in saugling-slater. Frühdiagnose und frühtherapie. Stuttgart: Enke Verlag; 1984
51. Jacox A. Carr DB, Payne R, et al. Management of cancer pain. *Clinical Practice Guideline No. 9. AHCPR No. 94-0592*. March 1994
52. Fejerman, N.; Fernández, E. *Neurología pediátrica*. 2ª Ed. Panamericana. Madrid España 1997.
53. Kottke, F.; Lehmann, J. Krusen´s. *Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. 4a Ed. Panamericana. Madrid España 2002.
54. Karmel-Ross, K.; Copperman, D.; Van-Doren, C. The Effect of electrical Stimulation on Quadriceps femoris muscle Torque in children with Spina Bifida. *Physical Therapy* 1992; 72(19):42-49.
55. Águila Santos L, García Cruz M.C, Mora Magaña I. Efectividad de la electroestimulación muscular con corrientes exponenciales en niños con mielomeningocele del Instituto Nacional de Pediatría. Tesis de postgrado Rehabilitación Pediátrica. INP. 2006.
56. Fernández, MA., *Electrodiagnóstico y electroestimulación de músculos denervados*. *Fisioterapia* 2001;23 (monográfico 2):23-35.
57. Meyerspeer, M., Mandl, T., Reichel, M., et al. Effects of functional electrical stimulation in denervated thigh muscles of paraplegic patients mapped with T₂ imaging. *MAGMA*. 2008 May; 21(3):219-226.

58. Yekta, OM., Ozdemir, R., Kahilogullari, G. et al. The Effect of Surgery Time on Prognosis in Newborns with Meningomyelocele. *J Korean Neurosurg Soc* 51 : 359-362, 2012.
59. Calderón, PS., Mancilla, RA., Rolón, LO., Eficacia del programa acuático con técnicas de hidrocinesiterapia y Hallwick en niños con mielomeningocele con nivel funcional motor L3 o inferior. *Revista Mexicana de Neurociencia* 2012;13(2):86-92.
60. Rademacher N, Black DP, Ulrich BD. Early spontaneous leg movements in infants born with and without myelomeningocele. *Pediatr Phys Ther.* 2008; 20:137.
61. Williams EN, Broughton NS, Menelaus MB. Age-related walking in children with spina bifida. *Dev Med Child Neur.* 1999; 41:446–449.
62. Shizuko, FD., Cavallari, CM., Dias, MJ., et al. Intervening factors in the walking of children presenting myelomeningocele. *Fisioter Mov.* 2011 abr/jun;24(2):275-83.

Anexo 1

Definición Operacional de las Variables

Edad

Tiempo transcurrido desde el nacimiento, medido en días a partir del día de nacimiento.

Variable **Cuantitativa**, numérica, continua.

Género

Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.

Variable **Cualitativa**, nominal, dicotómica: 1. femenino 2. masculino.

Nivel clínico de la lesión

Se medirá la fuerza en un músculo representativo de un miotoma específico de los miembros pélvicos, esto con el fin de establecer el nivel afectado.

MIOTOMA	MUSCULO REPRESENTATIVO
L1	PSOAS ILIACO
L2	ADUCTORES
L3	CUADRICEPS
L4	TIBIAL ANTERIOR
L5	PERONEOS
S1	SOLEO Y GEMELOS

Fuerza muscular por miotomas para miembros pélvicos

Propiedad que permite o impulsa el movimiento en un segmento a partir del desplazamiento logrado por cada uno de los segmentos (pierna, pie, tobillo, dedos de pie) y valorado cuantitativamente con la siguiente escala:

Medición: Escala de Lovett con la siguiente gradación:

- 0) Ausencia de movimiento y de contracción muscular.
- 1) Contracción muscular mínima visible o palpable.
- 2) Completa arco de movilidad indiferente a la gravedad.
- 3) Completa arco de movilidad en contra de gravedad.
- 4) Completa arco de movilidad contra gravedad y resistencia mínima.
- 5) Completar arco de movilidad contra gravedad y resistencia máxima.

Variable **Cuantitativa**, ordinal, politómica.

Reflejos de estiramiento muscular

Movimiento producido por transmisión nerviosa a un centro y de aquí a un nervio motor periférico, a través de la percusión de su tendón, en miembros pélvicos se evalúan reflejos rotulianos y aquileos.

Nivel de medición: Se utilizara escala: 0= ausente, 1= disminuido, sin movimiento o disminuido 2= normal, movimiento a la percusión 3= exaltado, movimiento exagerado ante un estímulo de leve intensidad, 4= presencia de clonus.

Variable **Cuantitativa**, ordinal, politómica

Tiempo de evolución desde corrección quirúrgica al inicio del tratamiento

Periodo de tiempo transcurrido a partir de la fecha de corrección quirúrgica al inicio del tratamiento. Medido en días.

Nivel de medición: Número de días.

Variable **Cuantitativa**, continua independiente

Número de sesiones de terapia

Cantidad de sesiones de terapia a las que asistió para la aplicación de corrientes exponenciales en los músculos desnervados así como la aplicación de terapia convencional.

Nivel de medición: sesiones.

Variable **Cuantitativa**, discreta independiente.

Grupo de Tratamiento de rehabilitación

Grupo al que pertenecerá el paciente en tratamiento, que consiste en: **Grupo 1** llevará a cabo tratamiento de **rehabilitación convencional**, que consiste en:

Terapia física: movilizaciones pasivas a miembros pélvicos, presión a vientres musculares, presión estabilizadora, reeducación manual a músculos en 1 y 2 en valoración de Lovett y fortalecimiento a músculos en 3. Terapia ocupacional: aplicación de texturas para aumentar tono muscular, actividades para mejorar la

función de extremidades inferiores, estimulación propioceptiva. **Grupo 2** que recibirá **rehabilitación convencional más corrientes exponenciales**, las corrientes serán aplicadas mediante el equipo DC-20 en puntos motores de miembros pélvicos en miotomas: L1 psoas iliaco, L2 aductores, L3 cuádriceps, L4 tibial anterior, L5 peroneos y S1 tríceps sural.

Nivel de medición: Grupo 1 y grupo 2.

Variable Cualitativa, dicotómica.

Anexo 2
HOJA DE CAPTACION DE DATOS

“Eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con Mielomeningocele con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales en el Instituto Nacional de Pediatría”

Nombre: _____ Edad: _____

Número de registro: _____ Fecha: _____

1) Genero: () 1.- Femenino 2.- Masculino

2) Edad de corrección quirúrgica: _____ (días)

3) Tiempo entre corrección quirúrgica e inicio terapias: _____ (días)

4) Tratamiento:

1. Grupo 1 (Terapia convencional)

2. Grupo 2 (Terapia convencional más corrientes exponenciales) ()

5) Fuerza muscular de miembros pélvicos (escala lovet por miotomas)

PREVIO TRATAMIENTO

DESPUES DE TRATAMIENTO

NIVEL	PREVIO TRATAMIENTO					NIVEL	DESPUES TRATAMIENTO				
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
L1						L1					
L2						L2					
L3						L3					
L4						L4					
L5						L5					
S1						S1					

6) Reflejos de estiramiento miotático miembros pélvicos:

REFLEJO	PREVIO TRATAMIENTO		DESPUES TRATAMIENTO	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
Rotuliano				
Aquileo				

Anexo 3
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA
Servicio de Rehabilitación

Carta de consentimiento informado

NOMBRE: _____
No.REGISTRO: _____ EDAD: _____ FECHA: _____ TELÉFONO: _____

Por medio de la presente, autorizo que mi hijo (a) participe en el proyecto de investigación titulado:

Eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con Mielomeningocele con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales en el Instituto Nacional de Pediatría

Cuyo objetivo consiste en: *Determinar la eficacia de la rehabilitación de miembros inferiores en lactantes con MMC con terapia convencional vs terapia convencional más electroestimulación con corrientes exponenciales*

Se me ha explicado que mi participación consistirá en llevar a mi hijo a las valoraciones y terapias establecidas.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos: como son las quemaduras ante aplicación de una mala técnica o descompostura del aparato y los beneficios: mejorar la fuerza muscular de las extremidades inferiores, prevenir deformidades de las articulaciones, para así lograr un mejor desempeño funcional y mayor independencia. La elección del tratamiento que se llevará a cabo es al azar.

El investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento (en caso de que el proyecto modifique o interfiera con el tratamiento habitual del paciente, el investigador se compromete a dar información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento).

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en este Instituto.

El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo. Si se tiene alguna duda en relación a los Derechos del Niño, puede acudir y recibir información por el Comité de Ética del INP.

Nombre y firma del padre (madre),
tutor o del representante legal

Dra. Laura Hernández Romero
Investigador

Dra. María del Carmen García Cruz
Investigador

Testigo Nombre y Firma

Testigo Nombre y Firma

Anexo 4.
CUADROS Y GRÁFICAS DE RESULTADOS.

Cuadro 1. Características de la población.

	Media \pm Desviación estándar (días)	Mínimo-Máximo (días)
Edad al momento de la cirugía.	5.3 \pm 38.8	0-31
Edad en la primera valoración.	50.3 \pm 7.4	5-141
Tiempo transcurrido desde la cirugía al inicio de Rehabilitación.	48.7 \pm 40.1	5-141

Cuadro 2. Fuerza muscular por miotomas ambos grupos a los 12 meses.

MIOTOMA	MEDIA \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR		95% INTERVALO DE CONFIANZA		VALOR DE P
	INICIAL	12 MESES	INFERIOR	SUPERIOR	
L1 derecho	2.29 \pm 1.383	2.43 \pm 1.222	-0.735	0.450	0.612
L1 izquierdo	2.14 \pm 1.351	2.36 \pm 1.216	-0.777	0.349	0.426
L2 derecho	2.64 \pm 1.082	2.71 \pm 1.069	-0.427	0.284	0.671
L2 izquierdo	2.57 \pm 1.089	2.71 \pm 1.069	-0.526	0.240	0.435
L3 derecho	2.64 \pm 0.929	3.07 \pm 0.997	-0.802	-0.055	0.028
L3 izquierdo	2.50 \pm 1.1019	3.07 \pm 0.997	-1.063	-0.080	0.026
L4 derecho	1.93 \pm 1.685	2.14 \pm 1.562	-0.618	-0.189	0.272
L4 izquierdo	1.86 \pm 1.610	2.14 \pm 1.562	-0.639	0.067	0.104
L5 derecho	0.43 \pm 0.756	0.79 \pm 0.975	-0.843	0.129	0.136
L5 izquierdo	0.21 \pm 0.426	0.1 \pm 0.825	-0.939	-0.061	0.029
S1 derecho	0.60 \pm 1.121	0.93 \pm 0.730	-1.084	0.513	0.453
S1 izquierdo	0.40 \pm 0.910	1.00 \pm 0.784	0.359	-1.276	0.187

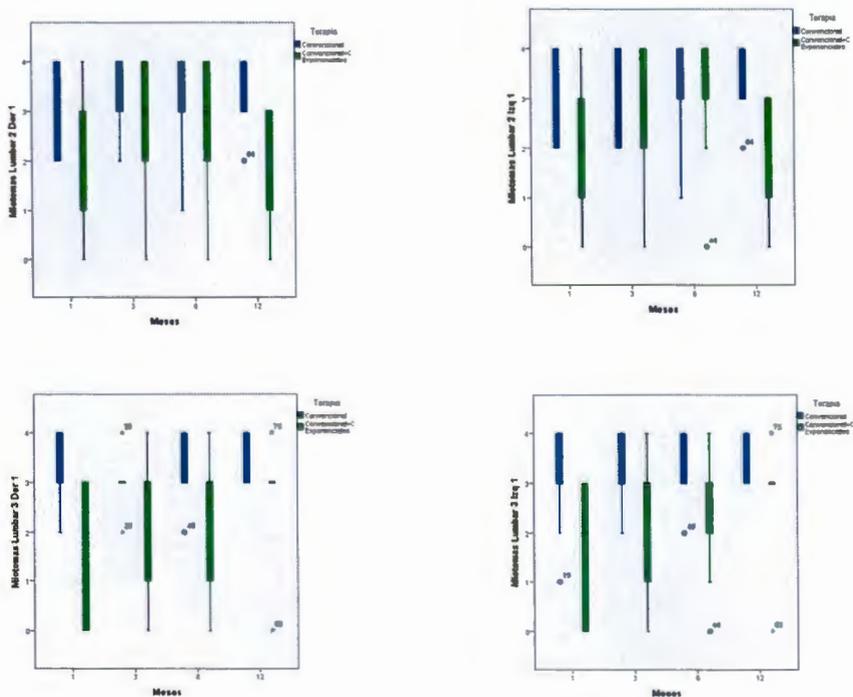
CUADRO 3. Reflejos de estiramiento muscular ambos grupos a los 12 meses.

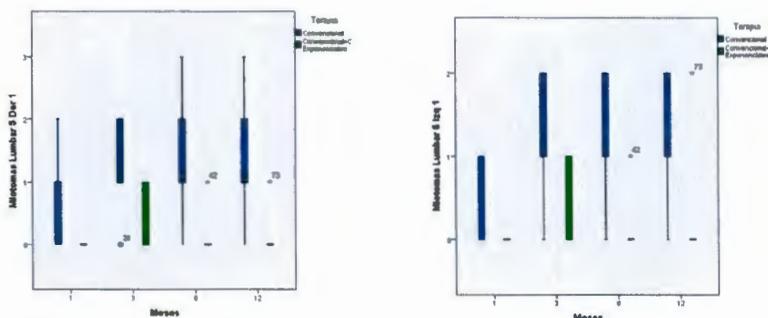
REFLEJO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR	MEDIA \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR		95% INTERVALO DE CONFIANZA		VALOR DE P
	INICIAL	12 MESES	INFERIOR	SUPERIOR	
Rotuliano derecho	1.21 \pm 1.122	1.21 \pm 0.893	-0.599	0.599	1.00
Rotuliano izquierdo	1.36 \pm 1.008	1.14 \pm 0.949	-0.472	0.900	0.512
Aquileo derecho	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	NV	NV	
Aquileo izquierdo	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	NV	NV	

CUADRO 4. Fuerza muscular en ambos grupos a los 3, 6 y 12 meses posterior a la terapia de rehabilitación.

MIOTOMA	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR			VALOR DE P		
	3 MESES	6 MESES	12 MESES	3 MESES	6 MESES	12 MESES
L1 derecho	2.00 ± 1.317	2.13 ± 1.360	2.43 ± 1.222	0.188	0.817	0.612
L1 izquierdo	2.00 ± 1.265	2.13 ± 1.258	2.36 ± 1.216	1.00	0.652	0.426
L2 derecho	3.00 ± 1.211	2.81 ± 1.276	2.71 ± 1.069	0.05	0.485	0.671
L2 izquierdo	2.94 ± 1.237	2.94 ± 1.181	2.71 ± 1.069	0.05	0.111	0.435
L3 derecho	2.63 ± 1.147	2.63 ± 1.258	3.07 ± 0.997	0.33	0.544	0.028
L3 izquierdo	2.63 ± 1.204	2.81 ± 1.047	3.07 ± 0.997	0.16	0.048	0.026
L4 derecho	2.27 ± 1.870	2.06 ± 1.731	2.14 ± 1.562	0.08	0.718	0.272
L4 izquierdo	2.20 ± 1.821	2.06 ± 1.731	2.14 ± 1.562	0.08	0.432	0.104
L5 derecho	0.67 ± 0.724	0.63 ± 0.885	0.79 ± 0.975	1.04	0.041	0.136
L5 izquierdo	0.73 ± 0.799	0.63 ± 0.806	0.1 ± 0.825	0.06	0.029	0.029
S1 derecho	0.47 ± 0.743	0.94 ± 0.680	0.93 ± 0.730	0.65	0.252	0.453
S1 izquierdo	0.40 ± 0.737	0.88 ± 0.719	1.00 ± 0.784	1.00	0.150	0.187

GRÁFICA 1: Cambios en miotomas L2, L3 y L5 posterior a la terapia.





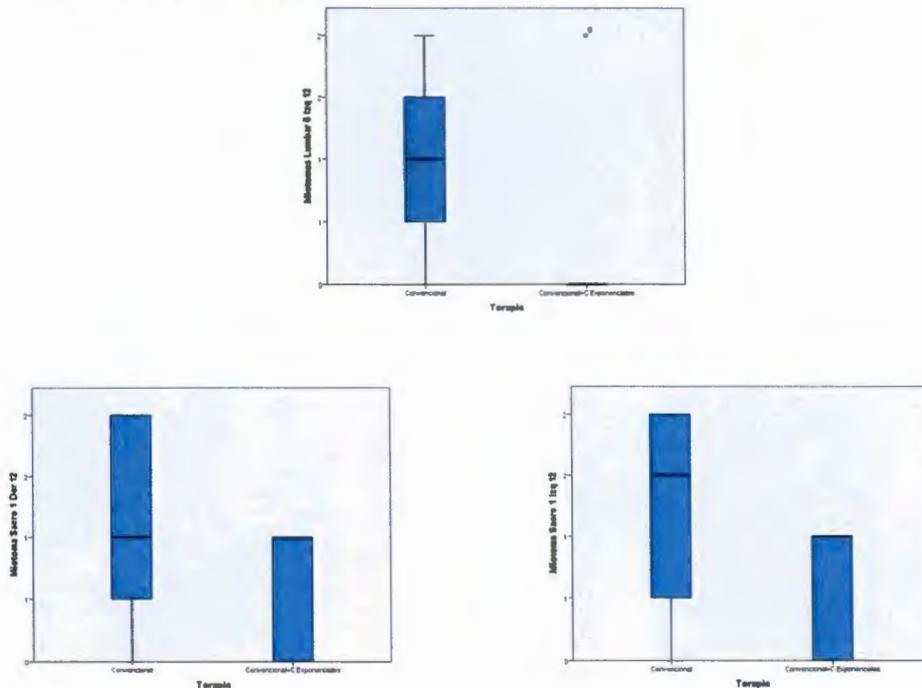
CUADRO 5. Reflejos de estiramiento muscular en ambos grupos a los 3, 6 y 12 meses posterior a la terapia de rehabilitación.

REFLEJO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR			VALOR DE P		
	3 MESES	6 MESES	12 MESES	3 MESES	6 MESES	12 MESES
Rotuliano derecho	1.40 ± 1.183	1.44 ± 1.209	1.21 ± 0.89	0.818	0.530	1.00
Rotuliano izquierdo	1.47 ± 1.125	1.50 ± 1.265	1.14 ± 0.94	0.818	0.708	0.512
Aquileo derecho	1.13 ± 0.516	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.334	NV	NV
Aquileo izquierdo	1.13 ± 0.516	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.670	0.333	NV

CUADRO 6. Fuerza muscular en los grupos de terapia convencional y terapia convencional más electroterapia a los 12 meses.

MIOTOMA	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR		VALOR DE P	
	CONVENCIONAL	ELECTROTERAPIA	CONVENCIONAL	ELECTROTERAPIA
L1 derecho	3.00 ± 0.926	1.67 ± 1.033	0.516	0.102
L1 izquierdo	2.88 ± 1.126	1.67 ± 1.033	0.732	0.102
L2 derecho	3.25 ± 0.886	2.17 ± 1.329	0.170	0.611
L2 izquierdo	3.13 ± 0.991	2.17 ± 1.329	0.080	0.611
L3 derecho	3.00 ± 0.535	2.67 ± 1.366	0.197	0.076
L3 izquierdo	3.00 ± 0.756	2.67 ± 1.366	0.140	0.076
L4 derecho	3.00 ± 1.414	1.50 ± 1.643	0.598	0.363
L4 izquierdo	3.00 ± 1.414	1.50 ± 1.643	0.598	0.076
L5 derecho	1.14 ± 0.690	0.17 ± 0.408	0.227	0.363
L5 izquierdo	1.29 ± 0.756	0.33 ± 0.816	0.049	0.363
S1 derecho	1.13 ± 0.835	0.67 ± 0.516	1.000	0.025
S1 izquierdo	1.25 ± 0.886	0.67 ± 0.516	0.567	0.025

GRÁFICA 2: Cambios en miotomas L5 izquierdo y S1 bilateral posterior a la terapia en ambos grupos.



CUADRO 7. Reflejos de estiramiento muscular en los grupos de terapia convencional y terapia convencional más electroterapia a los 12 meses.

REFLEJO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR		VALOR DE P	
	CONVENCIONAL	ELECTROTERAPIA	CONVENCIONAL	ELECTROTERAPIA
Rotuliano derecho	1.388 ± 0.916	1.00 ± 0.894	0.563	0.363
Rotuliano izquierdo	1.150 ± 0.926	0.67 ± 0.816	0.598	0.741
Aquileo derecho	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NV	NV
Aquileo izquierdo	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NV	NV

CUADRO 8. Fuerza muscular según corrección quirúrgica posterior a 12 meses de tratamiento ambos grupos.

MIOTOMA	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR		VALOR DE P	
	Cirugía <72 horas	Cirugía >72 horas	Cirugía <72 horas	Cirugía >72 horas
L1 derecho	2.63 ± 1.061	2.17 ± 1.472	0.785	0.611
L1 izquierdo	2.50 ± 1.069	2.17 ± 1.472	0.563	0.611
L2 derecho	2.63 ± 0.744	2.83 ± 1.472	0.598	1.000
L2 izquierdo	2.63 ± 0.744	2.83 ± 1.472	0.351	1.000
L3 derecho	3.25 ± 0.463	2.83 ± 1.472	0.011	0.611
L3 izquierdo	3.25 ± 0.463	2.83 ± 1.472	0.021	0.611
L4 derecho	2.50 ± 1.604	1.67 ± 1.506	0.197	1.000
L4 izquierdo	2.50 ± 1.604	1.67 ± 1.506	0.033	1.000
L5 derecho	0.63 ± 0.744	1.00 ± 1.265	0.170	0.363
L5 izquierdo	0.75 ± 0.886	0.67 ± 0.816	0.104	0.203
S1 derecho	1.25 ± 0.707	0.50 ± 0.548	0.007	0.328
S1 izquierdo	1.25 ± 0.707	0.67 ± 0.816	0.041	1.000

CUADRO 9: Reflejos de estiramiento muscular según corrección quirúrgica posterior a 12 meses de tratamiento ambos grupos.

REFLEJO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR		VALOR DE P	
	Cirugía <72 horas	Cirugía >72 Horas	Cirugía <72 horas	Cirugía >72 Horas
Rotuliano derecho	1.50 ± 0.926	0.83 ± 0.753	0.563	0.363
Rotuliano izquierdo	1.38 ± 1.061	0.83 ± 0.753	1.000	0.296
Aquileo derecho	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NV	NV
Aquileo izquierdo	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NV	NV

CUADRO 10. Fuerza muscular según tiempo de inicio de tratamiento de rehabilitación posterior a 12 meses de tratamiento ambos grupos.

MIOTOMA	MEDIA±DESVIACIÓN ESTÁNDAR		VALOR DE P	
	Inicio de tratamiento <1 mes	Inicio de tratamiento >1 mes	Inicio de tratamiento <1 mes	Inicio de tratamiento >1 mes
L1 derecho	2.25 ± 1.708	2.50 ± 1.080	2.15	0.758
L1 izquierdo	2.00 ± 1.633	2.50 ± 1.080	2.15	1.000
L2 derecho	2.25 ± 1.500	2.90 ± 0.876	3.91	1.000
L2 izquierdo	2.25 ± 1.500	2.90 ± 0.876	0.182	1.000
L3 derecho	2.50 ± 1.732	3.30 ± 0.483	0.058	0.193
L3 izquierdo	2.50 ± 1.732	3.30 ± 0.483	0.092	0.168
L4 derecho	1.25 ± 1.893	2.50 ± 1.354	0.678	0.678
L4 izquierdo	1.25 ± 1.893	2.50 ± 1.354	0.182	0.343
L5 derecho	0.25 ± 0.500	1.00 ± 1.054		0.138
L5 izquierdo	0.25 ± 0.500	0.90 ± 0.876		0.025
S1 derecho	1.00 ± 0.816	0.90 ± 0.738	0.092	1.000