



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**FUNDACIÓN TELETÓN MÉXICO A. C.
SISTEMA DE CENTROS DE REHABILITACIÓN INFANTIL TELETÓN**

**ALTERACIONES CINEMÁTICAS DE LA MARCHA EN LOS NIÑOS CON
SÍNDROME DE DOWN ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN
INFANTIL TELETÓN ESTADO DE MÉXICO**

**TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**PRESENTA
DR. JOSÉ LUIS LARA ESTÉVEZ**

ASESORES

DRA. BLANCA GABRIELA LEGORRETA RAMÍREZ

PH.D. DEMETRIO VILLANUEVA AYALA

DR. JUAN CARLOS PÉREZ MORENO

MEXICO D.F NOVIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

APROBACIÓN DE TESIS

ALTERACIONES CINEMÁTICAS DE LA MARCHA EN LOS NIÑOS CON
SÍNDROME DE DOWN ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN
INFANTIL TELETÓN ESTADO DE MÉXICO

Dr. Alejandro Parodi Carbajal.
Director Corporativo de Posgrado Universidad Teletón.

Dra. Nayeli Castañeda Pérez.
Subdirector Corporativo de Investigación Universidad Teletón.

Dra. Blanca Gabriela Legorreta Ramírez.
Médico especialista en Medicina de Rehabilitación
Posgrado en Rehabilitación Pediátrica.

Dr. Juan Carlos Pérez Moreno.
Médico especialista en Medicina de Rehabilitación.

Ph. D. Demetrio Villanueva Ayala.
Doctor en Biomecánica Humana.

Dr. José Luis Lara Estévez.
TESISTA.

**ALTERACIONES CINEMÁTICAS DE LA MARCHA EN LOS NIÑOS CON
SÍNDROME DE DOWN ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN
INFANTIL TELETÓN ESTADO DE MÉXICO**

AUTOR

Dr. Lara Estévez José Luis

Médico residente de cuarto año de la especialidad de Medicina de Rehabilitación.

Correo electrónico: lamed18@gmail.com

ASESORES

Dra. Blanca Gabriela Legorreta Ramírez

Adscrita a la clínica 5-B del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT)
Estado de México

Ph. D. Demetrio Villanueva Ayala

Adscrito al Laboratorio de Análisis de Movimiento, CRIT Estado de México

Dr. Juan Carlos Pérez Moreno

Coordinador del Laboratorio de Análisis de Movimiento, CRIT Estado de
México

ASESOR METODOLOGICO

Dra. Nayeli Castañeda Pérez

Subdirectora corporativa de investigación Universidad Teletón

El proyecto se realizó en las áreas de la clínica 5-B y Laboratorio de Análisis de
Movimiento

El proyecto se realizó en el CRIT Estado de México

TÍTULO

**ALTERACIONES CINEMÁTICAS DE LA MARCHA EN LOS NIÑOS CON
SÍNDROME DE DOWN ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN
INFANTIL TELETÓN ESTADO DE MÉXICO**

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo a lo largo de mi formación.

A Kro quien complementa mi vida.

A la fundación Teletón por la oportunidad de pertenecer a esta familia.

A mis maestros.

ÍNDICE

TÍTULO.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
MATERIAL Y MÉTODO.....	9
TIPO DE ESTUDIO.....	11
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXOS.....	30

RESUMEN

El síndrome de Down (SD) es la cromosomopatía y la causa de retraso cognitivo más frecuente en el humano.

La presencia de alteraciones ortopédicas en miembros pélvicos es frecuente, resultando en impedimentos estructurales y funcionales, que retrasan el desarrollo motor. En esta perspectiva es de particular interés clínico entender las alteraciones originadas por el SD.

Se reclutó a niños con SD que son pacientes de la clínica 5-B del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) Estado de México. Obteniendo consentimiento informado del tutor. Se realizó una evaluación clínica y análisis en 3D del movimiento durante la marcha.

Se obtuvieron los datos cinemáticos de las articulaciones de pelvis, cadera, rodilla y tobillo. También se midieron los parámetros de tiempo y espacio, la hipotonía la hiperlaxitud ligamentaria y el pie plano.

En los parámetros cinemáticos se encontró una mayor movilidad pélvica, una cadera tendiente a la abducción, flexión y rotación interna, la rodilla con mayor flexión en el contacto inicial y balanceo terminal, el tobillo en plantiflexión durante todo el ciclo de marcha. Los resultados temporo-espaciales mostraron un aumento del porcentaje en el doble apoyo y ancho del paso, y aumento de la cadencia.

Todos los participantes presentaron pie plano de diferentes grados, hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria.

En este estudio se concluye que los niños con SD denotan alteraciones cinemáticas y temporo-espaciales en la marcha.

MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN

El síndrome de Down (SD) es una alteración genética producida por la presencia de un cromosoma extra (o una parte de él) en la pareja cromosómica 21, de tal forma que las células de estas personas tienen tres cromosomas en dicho par (de ahí el nombre de trisomía 21, cuando lo habitual es que sólo existan dos) (1). El SD es la cromosomopatía y la causa de retraso cognitivo más frecuente en el humano (2).

INCIDENCIA

El SD ocurre con una frecuencia de 1 en 800 recién nacidos vivos y 1 en 150 concepciones, con una relación estimada varón/mujer al nacimiento de 1:5 (3).

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

La expresividad de los rasgos propios del síndrome es sumamente amplia y difiere de un sujeto a otro por la interacción compleja entre factores genéticos intrínsecos y medioambientales (4).

Los niños con SD aprenden a levantarse y a caminar de manera independiente entre 18 meses a 3 años de edad, mientras que los niños con desarrollo estándar adquieren los mismos hitos entre los 11 y 15 meses de edad (5).

Como resultado de deficiencias estructurales y funcionales los niños con SD tienen un retraso del desarrollo motor y a menudo alcanzan lentamente los hitos del desarrollo, que son vistos en niños con desarrollo típico (5).

Alteraciones como la hipermovilidad articular también conducen a desviaciones características en la marcha y además altera el desarrollo de tareas motoras como correr, brincar y subir escaleras (5).

En los niños con SD la incidencia de patología ortopédica varía de 25 a 30%, siendo la más frecuente de tipo menor y en su mayoría se refieren a los miembros pélvicos tales como pie plano, pie cavo, uñas partidas, fisuras, sitios anormales de presión y una anomalía definida como "pie plano-pronado", que es exclusivamente encontrado en niños con SD debido a la asociación de pie plano con metatarso primus varo y un marcado calcáneo valgo (6).

La hipotonía, la laxitud ligamentaria y las displasias esqueléticas pueden predisponer a otros problemas ortopédicos, entre ellos escoliosis, inestabilidad de la rótula, subluxación / luxación de la cadera, pie plano y metatarso varo (7).

Una de las anormalidades ortopédicas más comunes es el pie plano, que está presente en 60% de los individuos con SD, (Concolino, 2006; Pau, 2012). El pie plano es una condición en la cual el arco longitudinal medial del pie se colapsa durante el soporte de peso y se restaura después de que se quita el peso del cuerpo (Borden, 1983). En el SD el pie plano es causado generalmente por hipotonía y laxitud ligamentaria, que son características típicas de este síndrome (7).

En esta perspectiva es de particular interés clínico entender las alteraciones originadas por el SD en la estructura y función del pie. Los problemas asociados con el pie plano pueden interferir significativamente con actividades de la vida diaria (7).

La prevalencia del pie plano en los niños con SD muestra un patrón de marcha menos funcional en términos de cinética de tobillo, que en los niños sin pie plano, lo que sugiere que la presencia de pie plano puede llevar a una marcha poco eficiente y débil (8).

La esperanza de vida de las personas con SD se ha cuadruplicado en los últimos 50 años. La esperanza de vida media es ahora alrededor de 60 años, con muchas personas que viven bien en sus años 60 y 70 años. Lo que trae consigo, un reto para los profesionales de la salud, para optimizar la salud de las personas con SD (9).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el SD la incidencia de patología ortopédica varía de 25 a 30%, siendo las más frecuente en los miembros pélvicos (6). Una de las anormalidades más comunes es el pie plano, el cual está presente en 60% de los individuos (7). Como resultado de deficiencias estructurales y funcionales los niños con SD tiene retrasado el desarrollo motor y a menudo alcanzan lentamente los hitos del desarrollo, que son vistos en niños con desarrollo típico (5). En esta perspectiva es de particular interés clínico entender las alteraciones originadas por el SD en la estructura y función del pie, y considerando que los problemas asociados con el pie plano pueden interferir significativamente con actividades de la vida diaria (7).

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las alteraciones cinemáticas de la marcha, observadas, en los niños mexicanos con síndrome de Down, que son atendidos en la clínica 5-B del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Estado de México?

JUSTIFICACION

ACADÉMICA

Como parte de la formación profesional del autor se realizo un protocolo de investigación con el fin de obtener el título de Especialista en Medicina de Rehabilitación

CIENTÍFICA

Los niños con SD, presentan alteraciones en la marcha, debido a anormalidades estructurales y funcionales. Considerando que son una población que recibe atención en la clínica 5 del CRIT Estado de México, lo que nos obliga a tener un mayor conocimiento de las repercusiones biomecánicas de la marcha, que nos permita tener una mejor valoración, para ofrecer un manejo fisioterapéutico y ortésico oportuno.

SOCIAL

La detección temprana de los trastornos músculo esqueléticos, con repercusión en la marcha, nos permitirá ofrecer un mejor manejo médico terapéutico, que le permita al paciente ser incluido en la sociedad con menores desventajas debidas a su patología de base.

OBJETIVOS

GENERAL

Describir las alteraciones cinemáticas observadas en los niños con síndrome de Down atendidos en la clínica 5-B del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Estado de México en el periodo de Julio a Octubre de 2013.

ESPECÍFICOS

1. Valorar la cinemática de cadera, rodilla y tobillo en la marcha.
2. Medir los parámetros temporales y espaciales de los pacientes.
3. Aplicar la escala de hipotonía de Susan Campbell (22) de 0 a 3 (0= tono normal, 1=hipotonía leve, 2=hipotonía moderada, 3=hipotonía severa).
4. Aplicar la escala de Viladot (23) para pie plano.

I. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Niños con síndrome de Down:

1. Entre 4 y 10 años de edad.
2. Ambos géneros.
3. Talla mayor de 0.90 metros.
4. Que realicen marcha independiente.
5. Que sean pacientes del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Estado de México.
6. Que comprendan y sigan instrucciones adecuadamente.
7. Con consentimiento informado y uso de imagen firmado por tutor.

II. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Niños con síndrome de Down con:

1. Déficit cognitivo severo.
2. Déficit visual no corregido.
3. Sin adquisición de la marcha.
4. Cirugías recientes en miembros pélvicos (6 meses previos).
5. Alteraciones severas de la conducta.

III. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

1. Aquellos que habiendo sido incluidos no realicen en su totalidad el proceso de evaluación.

MATERIAL Y MÉTODO

SUJETOS

Niños con SD de 4 a 10 años de edad que cumplieron con los criterios de inclusión.

MÉTODO

Se reclutó a niños con SD en el periodo de julio a octubre de 2013, quienes aceptaron participar en el estudio y de acuerdo con sus tutores.

Se informó a los responsables de los niños sobre la prueba que se les realizó, firmando los siguientes formatos, previa lectura:

- 1) Carta consentimiento bajo información para la realización de proyecto de investigación y
- 2) Carta uso de imagen para menor de edad (paciente) del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Estado de México.

Se realizó medición de peso y talla en el área de enfermería del CRIT.

Se realizó una evaluación clínica previa al estudio de movimiento, por parte del médico investigador que incluyó:

- 1) Evaluación de contracturas de los músculos psoas iliaco, isquiotibiales, tríceps sural.
- 2) Valoración de hiperlaxitud ligamentaria.
- 3) Valoración de la hipotonía con examen clínico.
- 4) Evaluación de pie plano con podoscopio.

Una vez concluida la valoración clínica se realizó el análisis en 3D del movimiento, usando el sistema optoelectrónico de 6 cámaras del laboratorio de análisis de movimiento del CRIT Estado de México para la identificación de parámetros cinemáticos de miembro pélvico durante la marcha.

Mediante protocolo para miembro inferior (Davis) para la colocación de marcadores pasivos reflectantes en las siguientes referencias anatómicas:

Espina iliaca antero superior, trocánter, tercio medio cara externa del muslo, cóndilo femoral externo, cabeza de peroné, tercio medio cara externa de segmento tibial (pantorrilla), maléolo lateral, calcáneo (solo para el registro de ángulos en bipedestación); todos estos marcadores fueron colocados de manera bilateral. Adicionalmente se colocó un marcador al nivel de la segunda vértebra sacra (S2).

Se indicó a los pacientes que caminaran a una velocidad autoseleccionada sobre una superficie plana.

Los niños se instruyeron para realizar la actividad de caminar a lo largo de la plataforma. Se tomaron 3 registros de dicha actividad para su análisis.

TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo, no experimental (observacional), transversal, prospectivo.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tipo de muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis univariado para las variables cualitativas utilizando frecuencias y porcentajes y para las variables cuantitativas se obtuvo medidas de tendencia central y de dispersión.

ASPECTOS ÉTICOS

Debido a que la presente investigación implica el estudio directo de menores de edad se contó con el consentimiento informado del CRIT Estado de México del padre o tutor, además, se tuvo en cuenta los lineamientos propuestos en la declaración de Helsinki adoptada por la Asociación Médica Mundial (1964) y actualizada en las Asambleas Generales de Tokio, Venecia, Hong Kong, Sudáfrica, Edimburgo Washington y Seúl; la Ley General de Salud; la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico y los lineamientos del Comité de Ética del CRIT Estado de México.

RESULTADOS

Se estudió a una población de 6 niños, tres del sexo femenino y tres del sexo masculino ^{Cuadro 1}, con una media de edad de 4 años 3 meses (rango entre los 2 y 6 años de edad); un peso promedio de 14.28 Kg (desviación estándar - DE- 2.28) (rango entre 11 y 17 Kg); talla promedio 0.96 m (DE 0.05), (rango entre 0.9 y 1.05 m de estatura).

Se encontraron, pie plano de tercer grado en 83.3% (5 sujetos), pie plano de cuarto grado en 16.6% (1 sujeto); hipotonía grado 1 en 100% de los casos; hiperlaxitud ligamentaria en 100% (6 sujetos).

Cuadro 1. Datos antropométricos y de evaluación clínica.

Paciente	Estatura (m)	Peso kg	Edad		Hiperlaxitud ligamentaria	Hipotonía	Pie plano
			años	meses			
1	1.05	16.6	5a	1m	1	1	3
2	0.94	16	5a	2m	1	1	3
3	0.99	13.8	3a	11m	1	1	3
4	0.93	12.3	4a	7m	1	1	4
5	0.90	11	2a	11m	1	1	3
6	0.99	16	4a	5m	1	1	3

a: años. m: meses.

Los resultados de los parámetros temporales y espaciales se obtuvieron de manera individual Cuadro 2 y en forma grupal para comparar con los normales Cuadro 3; Encontrando en fase de apoyo con porcentaje similar entre grupo estudio 62% y la referencia normal 60%; fase de oscilación con porcentaje similar entre grupo estudio 38% y la referencia normal 40%; doble apoyo con porcentaje mayor en grupo estudio 12% comparado con referencia normal 10%; longitud de zancada fue menor en grupo estudio 0.57 m comparada con referencia normal 1.09 m; ancho de paso fue mayor en el grupo estudio 0.16 m comparado con referencia normal 0.11m; la cadencia fue mayor en grupo estudio 143 pasos comparado con referencia normal 132 pasos; velocidad menor en grupo estudio 0.65 m/s comparada con referencia normal 1.25 m/s.

Cuadro 2. Promedios de parámetros temporo-espaciales de marcha en niños con síndrome de Down.

Paciente	Fase de apoyo (%)		Fase de oscilación (%)		Doble apoyo		Cadencia (pasos/min)	Longitud de paso (m)		Longitud de zancada (m)		Ancho de paso (m)		Velocidad promedio (m/s)
	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq		Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	
1	60.6	56.6	39.4	42	7.6	11.1	142.98	0.34	0.27	0.75	0.82	0.19	0.19	0.94
2	61.3	69.2	38.7	31.5	17.7	11.8	127.61	0.31	0.23	0.59	0.56	0.17	0.17	0.58
3	66.3	55.7	34.3	37.7	13.3	11.8	153.68	0.24	0.3	0.54	0.58	0.17	0.17	0.71
4	58.7	58.7	41	35.9	10.6	9.4	145.8	0.2	0.2	0.48	0.46	0.16	0.16	0.61
5	64.8	64.6	35.8	37.2	16.7	13	149.34	0.21	0.21	0.46	0.45	0.13	0.13	0.54
6	61.9	60.5	38.1	42.9	13.6	8.4	140.58	0.19	0.22	0.51	0.55	0.16	0.16	0.49
Media (X)	62.27	60.88	37.88	37.87	13.25	10.92	143.33	0.25	0.24	0.56	0.57	0.16	0.16	0.65
Desviación estandar (DE)	2.80	5.16	2.45	4.18	3.76	1.71	8.99	0.06	0.04	0.11	0.13	0.02	0.02	0.16

Der: derecho

Izq: izquierdo

Cuadro 3. Comparativo del promedio de los parámetros temporo-espaciales de niños con síndrome de Down.

	Grupo de estudio		Referencia normal
	Derecho	Izquierdo	
Fase de apoyo (%)	62.3 (2.8)	60.9 (5.16)	60.0 (2)
Fase de oscilación (%)	37.9 (2.45)	37.9 (4.18)	40.0 (0.9)
Doble apoyo (%)	13.3 (3.76)	10.9 (1.71)	10.0 (0.6)
Longitud de zancada (m)	0.56 (0.11)	0.57 (0.13)	1.09 (0.07)
Ancho de paso (m)	0.16 (0.02)	0.16 (0.02)	0.11 (0.02)
Cadencia	143.3 (8.99)		130.2 (14)
Velocidad (m/s)	0.65 (0.16)		1.25 (0.16)

Cinemática de la pelvis

1. Plano coronal

En la oblicuidad pélvica se observó en los sujetos de estudio, una disminución de la amplitud del rango de movimiento, con descenso lateral durante la fase de apoyo. En la fase de apoyo medio, se observó, un ascenso mayor de la pelvis en relación a la elevación vista en la población normal. En la fase de oscilación ocurrió un descenso lateral de la pelvis. Figura1.

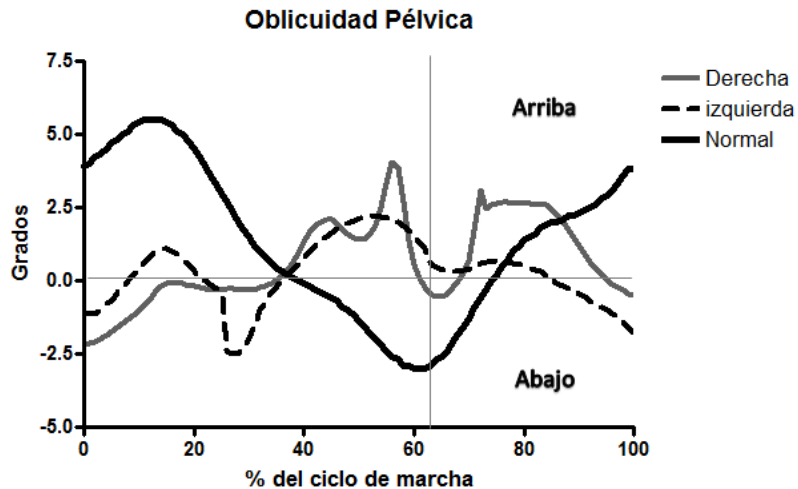


Figura 1. En la oblicuidad pélvica hubo un desplazamiento de la pelvis en el plano coronal. Con respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) está disminuido para ambos miembros pélvicos. El desplazamiento de ascenso y descenso de la pelvis se observó con un patrón inverso a lo que sucede en una población normal. En la primera parte del periodo de apoyo la pelvis estuvo en descenso y en la segunda parte del periodo de apoyo se elevó. En el periodo de oscilación la pelvis descendió

2. Plano sagital

En la inclinación pélvica se observó en los sujetos de estudio valores normales de amplitud de rango de movimiento. Durante la fase de apoyo presentó un comportamiento similar al de la población normal. En la fase de oscilación se observó un aumento de la inclinación pélvica anterior con respecto a la población normal. Figura 2.

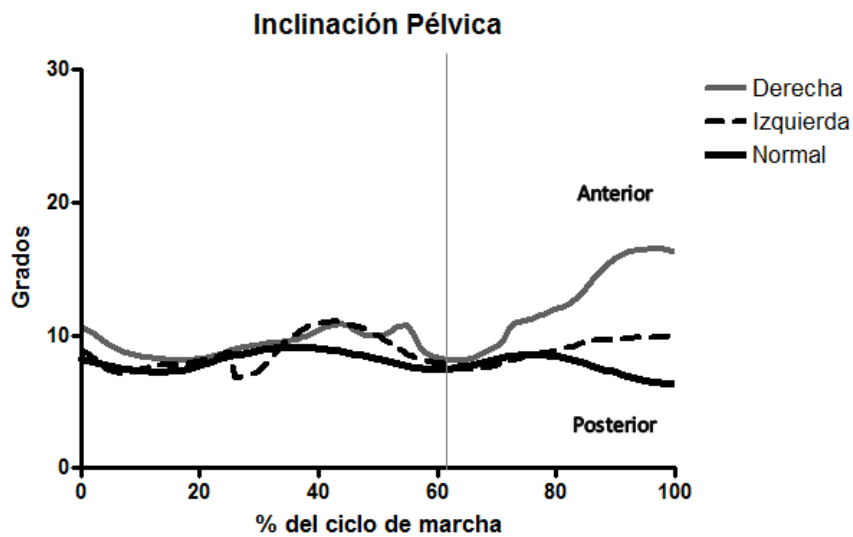


Figura 2. En la inclinación pélvica se hubo un desplazamiento de la pelvis en el plano sagital definido como inclinación anterior e inclinación posterior. Respecto a los valores normales el rango de movimiento (ROM) fue normal en fase de apoyo y aumentó en fase de oscilación para ambos miembros pélvicos.

3. Plano transversal

En la rotación pélvica de los sujetos de estudio se observó aumento de la amplitud del rango de movimiento. En la primera parte de la fase de apoyo, se observó un aumento de la rotación interna en el miembro pélvico izquierdo, en relación a la rotación en la extremidad contra lateral y en la población normal. Durante el apoyo medio y final se apreció una rotación externa mayor en el miembro pélvico derecho a la observada en población normal. En la fase de oscilación ocurrió un aumento de la rotación interna con respecto a la observada en la población normal. Figura 3.

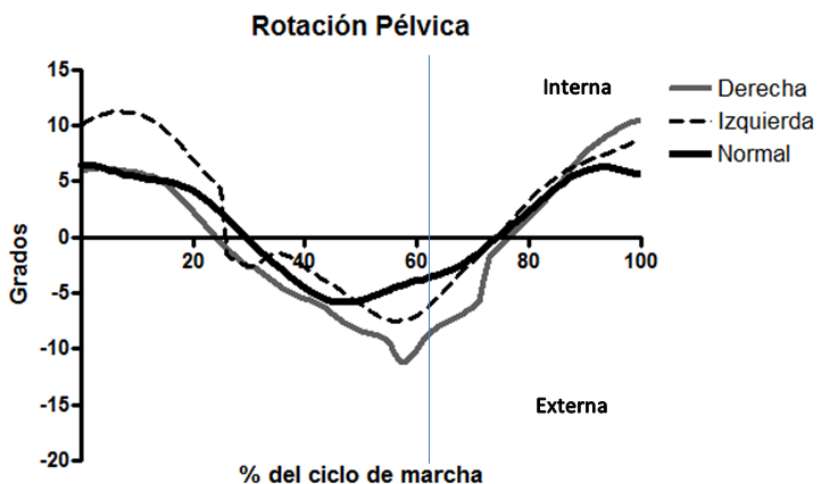


Figura 3. En la rotación pélvica se observó la rotación interna y externa en el plano transversal. Con respecto a los valores normales el rango de movimiento (ROM) aumentó para ambos miembros pélvicos. En la primera parte del periodo de apoyo la pelvis tuvo rotación interna y en la segunda parte del periodo de apoyo estuvo en rotación externa. En el periodo de oscilación la pelvis hizo rotación interna. Las desviaciones más importantes con respecto a lo normal se observaron en la primera y última fases del apoyo para el miembro pélvico izquierdo

Cinemática de la cadera

1. Plano coronal

En la abducción-aducción de cadera de los sujetos de estudio hubo un aumento del rango de movimiento. Durante todo el ciclo de la marcha se mantuvo la tendencia a la abducción. Figura 4.

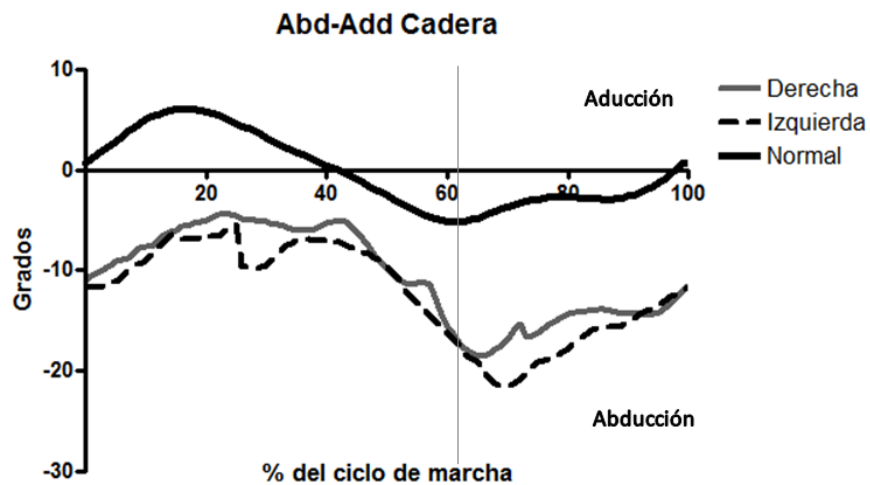


Figura 4. En la abducción-aducción de cadera, se observó el desplazamiento de la cadera en el plano coronal. Con respecto a los valores normales el rango de movimiento (ROM) aumentó de manera bilateral. El desplazamiento de aducción-abducción de la cadera tuvo un patrón en abducción con respecto a la población normal.

2. Plano sagital

En la flexión-extensión de cadera de los sujetos de estudio se observó normalidad de la amplitud del rango de movimiento. Durante la fase de apoyo se obtuvo un aumento de la flexión de cadera con respecto a la observada en la población normal. Durante el apoyo medio se observó un aumento de la flexión de cadera, respecto a la población normal. Durante la fase de oscilación se encontró una mayor flexión que en la población normal. Figura 5.

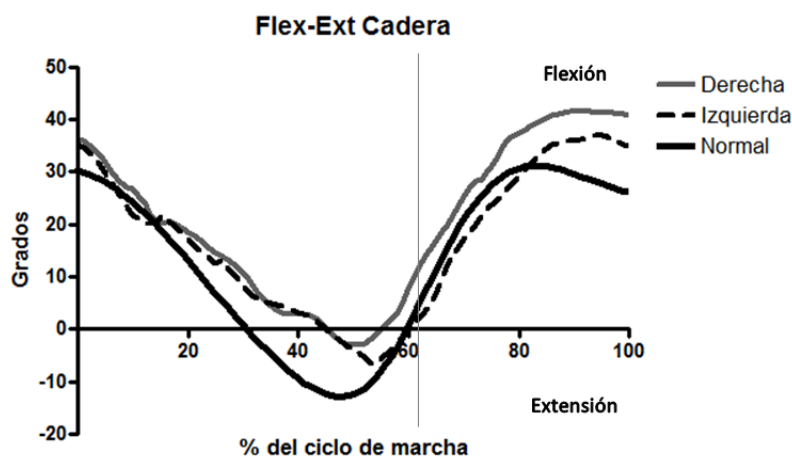


Figura 5. En la flexión y extensión de cadera, se observó el desplazamiento de la cadera en el plano sagital. Con respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) tuvo rango normal para ambos miembros pélvicos. Sin embargo, la flexión está aumentada al inicio del ciclo de la marcha y durante todo el periodo de oscilación. Mientras la extensión máxima del grupo experimental se vio limitada a 5 grados.

3. Plano transversal

En la rotación interna-externa de cadera los sujetos de estudio presentaron un aumento en la amplitud del rango de movimiento. Durante la primera fase del apoyo inicial se observó una mayor rotación externa en relación a la rotación externa que se observa en la población normal. Durante el apoyo medio y final se apreció un aumento de la rotación interna de cadera. En la fase de oscilación ocurrió una mayor rotación externa a la observada en la población normal. Figura 6.

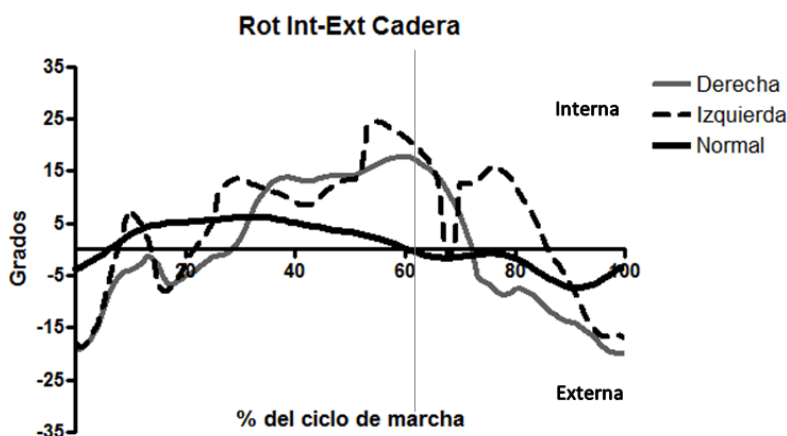


Figura 6. En la rotación interna-externa de cadera, se observó el desplazamiento de la cadera en el plano transversal. Respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) se aumentaron para ambos miembros pélvicos. El desplazamiento de rotación interna y externa de la cadera se observó un patrón inverso a lo que sucede en una población normal. La desviación más importante se observó en la segunda parte del periodo de apoyo con incremento en la rotación interna

Cinemática de la rodilla

1. Plano sagital

La flexión-extensión de rodilla de los sujetos de estudio se observó con disminución del rango de movimiento. Durante la primera fase de apoyo se vio una mayor flexión a la población normal. Durante el apoyo medio la duración de la extensión estuvo aumentada. La flexión máxima en el periodo de oscilación estuvo disminuida. Figura 7.

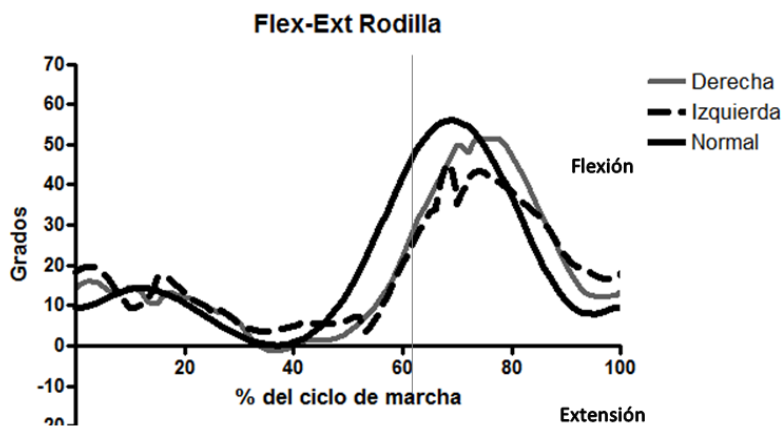


Figura 7. En la flexión y extensión de rodilla se observó el desplazamiento de la rodilla en el plano sagital. Con respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) disminuyó para ambos miembros pélvicos de predominio en el izquierdo. Esta disminución del rango de movimiento fue a expensas de la limitación para la flexión máxima en la fase de oscilación inicial.

Cinemática del tobillo

1. Plano sagital

En la dorsiflexión-plantiflexión del tobillo de los sujetos estudio se observó normalidad de la amplitud de movimiento. En la primera parte de la fase de apoyo se observó una mayor plantiflexión en comparación con la observada en la población normal. En la fase de apoyo medio y oscilación continuó la tendencia a la plantiflexión. Figura 8.

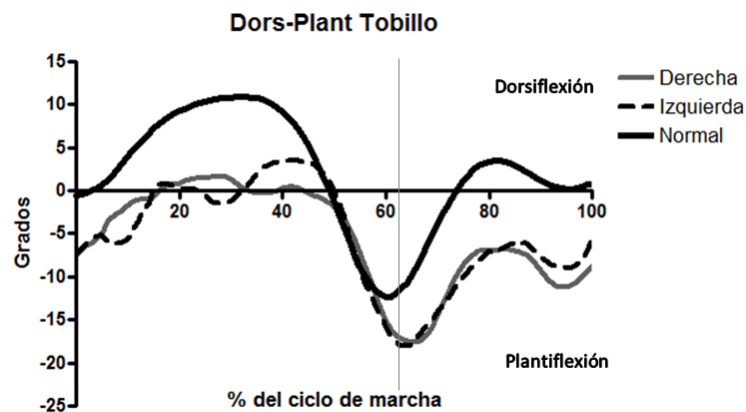


Figura 8. En la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo se observó el desplazamiento del tobillo en el plano sagital. Con respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) fue normal para ambos miembros pélvicos. Se observó un patrón de movimiento desplazado a la plantiflexión bilateral.

2. Plano transversal

En la progresión interna-externa del tobillo de los sujetos de estudio se observó con disminución en la amplitud del movimiento. En la primera parte de la fase de soporte, se vio una mayor rotación interna del tobillo izquierdo con respecto al derecho y al observado en la población normal. Durante el apoyo medio y final se observó una tendencia similar a la normal. En la fase de balanceo ocurrió una mayor rotación interna con respecto al derecho y al observado en la población normal. Figura 9.

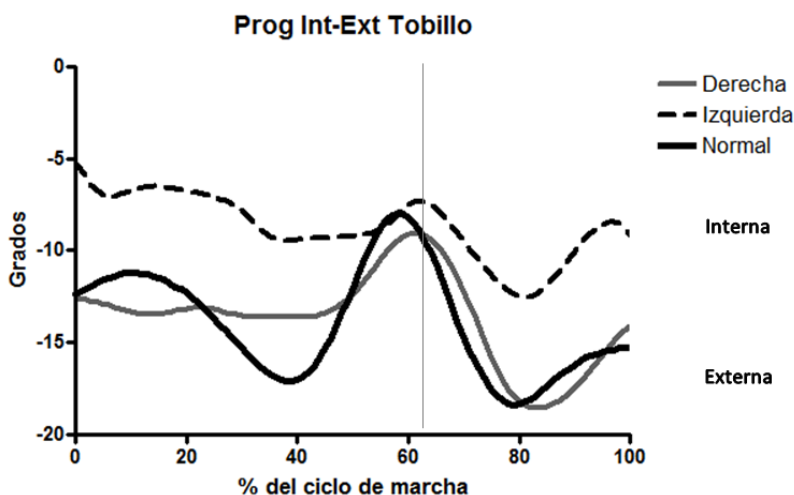


Figura 9. En la progresión interna y progresión externa del tobillo se observó el desplazamiento del tobillo en el plano transversal (rotación interna y externa del pie). Con respecto a los valores normales de rango de movimiento (ROM) disminuyó para ambos miembros pélvicos de predominio izquierdo. El desplazamiento de progresión interna y progresión externa del tobillo tuvo un patrón en progresión interna respecto a lo que sucede en una población normal.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se obtuvieron los datos cinemáticos de las articulaciones de cadera, rodilla tobillo y de la pelvis en los tres planos anatómicos (coronal, sagital, y transversal) durante la marcha de una población con SD. También se midieron los parámetros de tiempo y espacio, la hipotonía, hiperlaxitud ligamentaria y pie plano, en la clínica 5 del CRIT Estado de México.

En los parámetros cinemáticos se encontró una mayor movilidad pélvica, una cadera tendiente a la abducción, flexión y rotación, la rodilla con mayor flexión especialmente en el contacto inicial y balanceo terminal, con un atención a la extensión en el apoyo medio, y el tobillo con rango de movimiento similar al normal con tendencia a la rotación interna durante todo el ciclo de marcha, lo que condiciona un menor pre balanceo, siendo resultados iguales a los obtenidos por J. Cimolin (2010) (10) .

Los resultados temporo-espaciales mostraron un aumento del porcentaje en el doble apoyo durante la marcha y el ancho del paso en comparación con los datos estandarizados, siendo iguales a los obtenidos por Rigoldi (2011) (12).

Todos los sujetos del estudio presentaron pie plano de diferentes grados, a diferencia de los datos publicados por Concolino, 2006; Pau, 2012, quienes refieren al pie plano como una de las anormalidades ortopédicas más comunes en los sujetos con SD, detectado en 60% de ellos (7). Lo que sugiere que la presencia de pie plano puede llevar a una marcha poco eficiente y débil (8).

Todos los pacientes estudiados tuvieron hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria, asociado a SD, datos iguales con lo expuesto en el estudio hecho por Rigoldi (13). Resaltó que entender estos complejos cambios biomecánicos debidos a la hipermovilidad articular, pueden tener un papel importante en la evaluación y manejo de estos pacientes que tiene un patrón de marcha comprometida.

Con referencia a los datos de cinemática se observó que en la pelvis las desviaciones en el plano coronal (oblicuidad pélvica) con respecto a los patrones típicos pueden estar asociados al desplazamiento lateral del tronco, mientras que en el plano sagital (inclinación pélvica) la contractura de flexores de cadera y probable debilidad de extensores de cadera sean los factores que influyen es las desviaciones registradas. En el caso de la rotación de pelvis (plano transversal) el aumento del rango de movimiento puede reflejar un mecanismo compensatorio para generar propulsión y avance del miembro pélvico.

En la cadera la debilidad de abductores de cadera y la contractura del psoas iliaco probablemente sean los factores que influyen en las desviaciones en los planos coronal y sagital.

La cinemática de rodilla se comporta muy similar a los valores típicos con una disminución en la flexión máxima, probablemente asociada a déficit de las fuerzas inerciales que impulsan el segmento femoral.

En el tobillo la debilidad de tibial anterior en combinación con un predominio del grupo plantiflexor pudiese ser la causa del patrón plantiflexor durante todo el ciclo de la marcha. La rotación interna del pie deriva principalmente de la rotación interna a nivel de cadera.

Los resultados temporales y espaciales en el paciente con SD no mostraron cambios significativos en el porcentaje de duración durante la marcha, con respecto a los valores típicos. En relación al doble apoyo se encontró aumentado posiblemente para prolongar la fase de soporte debido a la inestabilidad que presentan en esta etapa de la vida y que también asociado con un aumento en la base de sustentación para aumentar el equilibrio dinámico. La cadencia se encontró aumentada en relación a niños sanos de su misma edad, posiblemente asociada a compensar una disminución en la velocidad de desplazamiento la cual fue cercana a 56% de los valores normales en la población sana.

Todos los sujetos del estudio presentaron pie plano; de tercer grado en el 83.3 % (cinco sujetos) y de cuarto grado en 16.6% (un sujeto). Esta condición puede derivar en una fatiga prematura al caminar e inestabilidad.

Los resultados mostraron que todos los sujetos del grupo experimental presentaron hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria. Estas condiciones biomecánicas pueden tener ser un factor importante en la generación de propulsión y estabilidad corporal.

CONCLUSIÓN

La marcha en los niños está influenciada en conjunto por adaptaciones neurológicas y musculo-esqueléticas que determinan un patrón, el cual intenta optimizarla.

En este estudio se concluye:

- En la marcha en niños con SD se denotan alteraciones temporo espaciales y en la cinemática.
- El pie plano es una condición común en los niños con SD.
- La hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria son condiciones asociadas a SD.

La asociación entre las desviaciones en los patrones de la cinemática y los mecanismos compensatorios asociados puede servir para establecer estrategias y diseño de programas de rehabilitación física en pacientes pediátricos con SD.

Considerar de manera conjunta la cinemática y las condiciones de hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria, debe ser un elemento para establecer los programas de trabajo que permitan favorecer la independencia funcional de este tipo de pacientes.

La prevalencia de pie plano debe tenerse en cuenta y en este sentido la prescripción de órtesis plantar es deseable para minimizar las deformaciones del pie.

Este estudio exhorta a futuras investigaciones que incluyan muestras con valor estadístico poblacional, para generalizar el conocimiento.

REFERENCIAS

1. Lisker, Rubén. Introducción a la Genética Humana. 2ed. México D.F : Manual Moderno; 2001.p. 142-144.
2. Eisermann MM, DeLaRaillere A, Dellatolas G, Tozzi E, Nabbout R, Dulac O, et al. Infantile spasms in Down syndrome-effects of delayed anticonvulsive treatment. *Epilepsy Res* 2003;55(1-2): 21-7.
3. Nussbaum R.L., McInnes R.R., WillardH.F. Genética en Medicina.7 ed. España: Masson; 2008. p. 89-94.
4. Marder E, Dennis J. Medical management of children with Down's syndrome. *CurrPaediatr* 2001;11:57d63 .
5. Looper J, Benjamin D, Nolan M, Schumm L. What to measure when determining orthotic needs in children with down syndrome: a pilot study. *Pediatric Physical Therapy*; 2012;313-9.
6. Concolino D, Pasquzzi A, CapalboG, Sinopoli S, StrisciuglioP. Early detection of podiatric anomalies in children with Down syndrome. *Acta Paediatrica*; 2006;17-20.
7. Galli M, Cimolin V, Pau M, Costici P and Albertani G. Relationship between flat foot condition and gait pattern alterations in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual disability Research*; 2013;1-7.
8. Pau M, Galli M, Crivellini M, AlbertiniG. Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Res DevDisabil*; 2012 Nov-Dec;33(6):1881-7.
9. Smith BA, Ulrich BD. Early onset of stabilizing strategies for gait and obstacles: older adults with Down syndrome. *Gait Posture*. 2008 Oct;28(3):448-55
10. J Cimolin V, Galli M, Grugni G, Vismara L, Albertini G, Rigoldi C, CapodaglioP. Gait patterns in Prader-Willi and Down syndrome patients. *NeuroengRehabil*. 2010 Jun 21;7:28.
11. Horvat M, Croce R, Zagrodnik J, Brooks B, Carter K. Spatial and temporal variability of movement parameters in individuals with Down syndrome. *Percept Mot Skills*. 2012 Jun;114(3):774-82.

12. Rigoldi C, Galli M, Albertini G. Gait development during lifespan in subjects with Down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2011 Jan-Feb;32(1):158-63.
13. Rigoldi C, Galli M. Strategy walking in patients with Ehlers-Danlos syndrome hypermobility type and Down. *Disability Res Dev* 2012 Sep-Oct; 33 :1437-42.
14. Cambell SK. Decision Making in Pediatric Neurologic Physical Therapy. Philadelphia: Churchill Livingstone; 1999.
15. Pericé AV. Quince lecciones sobre la patología del pie. 1ra ed. Barcelona: Ediciones Toray S.A; 1989.

ANEXOS

ANEXO 1

Consentimiento informado

FUNDACION TELETON MEXICO, A.C., ubicada en _____, utilizará sus datos personales y datos personales sensibles aquí recabados para ser parte del expediente clínico del paciente, puede ser utilizada o revelada para la prestación de servicios médico-hospitalarios, incluyendo sin limitar hospitalización, estudios diagnósticos y demás fines relacionados con servicios de salud, la creación, estudio, análisis, realización de proyectos con fines de investigación actualización, y conservación del expediente clínico, , estudios, registros, estadísticas y análisis de información de salud, conservación de registros para seguimiento a servicios, prestación de servicios en el futuro y en general para dar seguimiento a cualquier relación contractual. Para mayor información acerca del tratamiento y derechos que puede hacer valer, ingrese a www.teleton.org.mx o diríjase con nuestro responsable de datos personales al correo electrónico comiteprivacidad@teleton.org.mx

CARTA DE AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO OTORGADA POR EL PACIENTE Y/O SU RESPONSABLE AL PROFESIONAL DEL ÁREA MÉDICA PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la ciudad de _____ Estado de _____ a ____ de _____ de _____ y con fundamento en los artículos 80 y 81 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Prestación de Servicios de Atención Médica, en las normas y procedimientos de la medicina en general y en los lineamientos y políticas propias de La Fundación Teletón México, A.C., se otorga la presente:

Autorización y consentimiento informado para la realización del proyecto de investigación, que otorgan, como "El Paciente", el (la) menor _____ con número de expediente _____ y con diagnóstico _____ y como responsable de "El paciente", el (la) señor (a) _____, expresamente a Fundación Teletón México, A.C. (en lo sucesivo "La Fundación" y al profesional del área médica _____, en los siguientes términos:

I. Título del proyecto de investigación:

- I. Aceptamos y autorizamos que se lleve a cabo la investigación de “El Paciente”, que se hace referencia en el punto anterior.

- II. Aceptamos y autorizamos a que se le administre a “El Paciente” cualquier sustancia o medicamento que, de acuerdo a la opinión del Médico Investigador sea necesaria para la realización del proyecto de investigación.

Toda vez que “La Fundación” no es el responsable de la producción y contenido de las sustancias o medicamentos, la liberamos de toda responsabilidad que derive o que pueda derivarse de la aplicación en la persona de “El Paciente” así como de los efectos secundarios que pudiera causarle a “El Paciente”.

IV. Manifestamos que el profesional del área médica (investigador) nos ha informado veraz y oportunamente del proyecto de investigación, lo siguiente:

a. La explicación de lo que supone la experiencia y las posibles consecuencias o riesgos que pueden derivarse de la participación de “El Paciente” y su familia en la investigación.

b. La descripción de los objetivos de la investigación:

c. Las características básicas del diseño de investigación:

d. Los posibles efectos secundarios:

e. Los posibles beneficios:

f. Los procedimientos y/o pruebas:

g. La revisión del expediente clínico y radiológico de “El Paciente”.

h. Entiendo además los beneficios que el presente estudio posee para el cuidado y Tratamiento de “El Paciente” con padecimientos semejantes al mío.

i. Preguntar en cualquier momento de la investigación las dudas que surjan

V. Alternativas

Es de nuestro conocimiento que seremos libres de retirarnos de la presente investigación en el momento en que así se desee o bien de no contestar algún cuestionamiento sin que se afecte la atención que recibimos en “La Fundación” como paciente.

VI. Aceptamos y autorizamos a “La Fundación” a usar y explotar la imagen fija o en movimiento de “El Paciente” así como la de su familia, por cualquier medio permitido por las leyes respectivas y que esté contenida en retratos, fotografías, video, reportajes, audiovisuales, etc., así como llevar a cabo su transmisión por televisión, radio, medios escritos o cualquier otro medio de transmisión, según convenga a los intereses de “La Fundación”. Que tenga como objetivo la investigación y el avance de la ciencia.

VII. Por lo anterior, en este acto, cedemos a favor de “La Fundación” los derechos patrimoniales sobre dichas imágenes, en los términos del artículo 87 y demás aplicables de la Ley Federal del Derecho de Autor vigente y aceptamos que, en ningún caso y bajo ningún concepto, “La Fundación”

tendrá la obligación de pagarnos cantidad alguna o regalías u otorgarnos algún apoyo económico por dicho uso y explotación.

VIII. Que se nos ha explicado en forma expresa, clara y precisa el contenido del presente documento así como sus alcances y fines.

PACIENTE

Nombre

Firma y/o huella

RESPONSABLE DE EL PACIENTE

Nombre y Firma

Parentesco de EL PACIENTE

PROFESIONAL DEL ÁREA MÉDICA

INVESTIGADOR

Nombre

Cédula Profesional

Especialidad

TESTIGO

Nombre y Firma

TESTIGO

Nombre y Firma