

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA

LICENCIATURA EN TERAPIA FÍSICA

DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



**TÍTULO**

***“Frecuencia de las alteraciones de la marcha en niños de 6-10 años  
obtenidas mediante la aplicación de un análisis cuantitativo de los  
parámetros espacio-temporales en estudiantes de 4° a 6° del turno matutino  
de la escuela primaria José Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México,  
durante el periodo de mayo-julio de 2012”***

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

PRESENTA

**P .L.T.F. ROSA IVETTE ORDOÑEZ MACIEL**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. EN CS. MIGUEL ÁNGEL KARAM CALDERÓN**

ASESOR:

**L.T.F. LUIS ANTONIO HERNÁNDEZ GARCÍA**

REVISORES:

**M. EN S.H.O. HÉCTOR URBANO LÓPEZ DÍAZ.**

**DR. EN C. ED. MARGARITA MARINA HERNÁNDEZ GONZÁLEZ.**

**L.T.F. MARISOL LÓPEZ ÁLVAREZ.**

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2014.

## TÍTULO

***“Frecuencia de las alteraciones de la marcha en niños de 6-10 años obtenidas mediante la aplicación de un análisis cuantitativo de los parámetros espacio-temporales en estudiantes de 4° a 6° del turno matutino de la escuela primaria José Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México, durante el periodo de mayo-julio de 2012”***

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a mis padres, por ser las raíces del gran fruto que ahora logramos, por sus consejos, enseñanzas, innumerables esfuerzos y sacrificios vividos, por estar siempre aquí a mi lado y sobre todo por el amor, los regaños y el ejemplo, esto es de ustedes y no el papel, sino por la personal hija, profesional, amiga que ahora soy porque simplemente sin ustedes yo no sería nada.

A dios por la oportunidad de vivir a lado de estos seres magníficos, por llevarme siempre de la mano y colocarme en el lugar y con la persona correcta. Y sé que no pude encontrar profesión mejor.

A mi hermana, sobrinos, abuelos, tíos, primos, amigos, todos ellos la mejor familia que me pudo tocar, por su apoyo moral y económico, pero sobre todo por el cariño, las palabras de aliento y creer en mí.

A cada uno de los maestros que eh conocido desde preescolar hasta hoy, por todos sus consejos, por su paciencia, por las experiencias buenas y malas, por compartir sus conocimientos, en fin por convertirme profesionalmente en lo que ahora soy.

A mi director de tesis, a mis asesores y revisores, por creer en mí, por su apoyo y sus conocimientos, por su tiempo invertido en este proyecto.

## INDICE

Portada	
Título	
Resumen	
1. Marco teórico -----	1
1.1 Marcha -----	1
1.1.1 Desarrollo de la marcha -----	1
1.1.2 Ciclo de la marcha -----	3
1.1.2.1 Fase de apoyo -----	4
1.1.2.2 Fase de balanceo -----	4
1.1.3 Parámetros temporales -----	5
1.1.4 Parámetros espaciales -----	6
1.1.5 Valores de normalidad -----	8
1.1.6 Factores que intervienen en la marcha -----	8
1.1.6.1 Intrínsecos -----	8
1.1.6.2 Extrínsecos -----	9
1.2 Análisis de la marcha -----	10
1.2.1 Análisis cuantitativo de la marcha -----	11
II. Planteamiento del problema -----	12
III. Justificaciones -----	14
IV. Hipótesis -----	16
V. Objetivos -----	17
V.1 General -----	17
V.2 Específicos -----	17
VI. Material y método -----	18
VI.1 Diseño de estudio -----	18
VI.2 Operacionalización de variables -----	18
VI.3 Universo y muestra -----	21
VI.3.1 Criterios de selección -----	21
VI.4 Instrumentos de investigación -----	22

VI.5 Desarrollo del proyecto -----	23
VI.6 Material-----	26
VI.7 Límite de tiempo y espacio -----	26
VI.8 Diseño del análisis -----	26
VII. Implicaciones éticas -----	27
VIII. Resultados -----	28
IX. Discusión -----	42
X. Conclusiones -----	43
XI. Recomendaciones y/o Sugerencias -----	44
XII. Bibliografía -----	45
XIII. Anexos -----	48

## RESUMEN

**Antecedentes:** La marcha es un tipo de locomoción altamente compleja ya que requiere de la interacción de sistemas motores, neurológicos y sensoriales, la cual permite la interacción entre el hombre y su ambiente. El análisis cuantitativo nos permite identificar los parámetros espaciales y temporales.

**Objetivos:** Determinar la frecuencia de alteraciones de la marcha, y la principal alteración de acuerdo a los parámetros espaciales y temporales, así como la relación de estas con la edad, peso, sexo, lateralidad.

**Muestra de estudio:** Este estudio se realizó con 30 niños, todos estudiantes activos de la escuela primaria Guadalupe Victoria, con rango de edad de 6 a 10 años, los cuales cumplían con los criterios de selección.

**Método:** Se aplicó un análisis cuantitativo de la marcha, dentro de la escuela, se utilizó cartoncillo negro para obtener los parámetros espaciales y una videograbación para los parámetros temporales.

**Resultados:** En cuanto a los parámetros temporales se obtuvo una frecuencia de alteración del 39.9%, siendo el porcentaje de oscilación derecha la principal alteración; mientras que para los parámetros espaciales fue del 95.9%, principalmente afectada la longitud de zancada bilateral y el largo de paso derecho. Además se observó cierta influencia por la variable de peso y lateralidad.

**Discusión y conclusión:** El presente estudio demuestra que las alteraciones en este caso de la marcha, comienzan desde la niñez e insiste en la importancia de actuar a nivel preventivo y comenzar a realizar este tipo de estudio en todas las escuelas, para prevenir futuras discapacidades.

## ABSTRACT

**Background:** The human gait is a kind of highly complex locomotion and requires the interaction of motors, neurological and sensory systems, which allows interaction between man and his environment. Quantitative analysis allows us to identify the spatial and temporal parameters.

**Objectives:** Determine the frequency of gait disturbances, and the main alteration according to the spatial and temporal parameters, and the relationship of these with age, weight, sex and laterality.

**Sample of study:** This study was conducted with 30 children, all active students of primary Guadalupe Victoria, with age range of 6-10 years, who met the selection criteria.

**Method:** A quantitative gait analysis, in-school, black cardboard was used to obtain the spatial parameters and the time parameters for videotaping was applied.

**Results:** During the time parameters altered frequency 39.9% was obtained, and the percentage of the main swing right alteration; while for the spatial parameters was 95.9%, mainly affected the bilateral stride length and step right over. Also some influence variable weight and laterality was observed.

**Discussion and Conclusion:** The present study demonstrates that alterations in this case, march starting from childhood and insists on the importance of acting at the preventive level and start performing this type of study in all schools, to prevent future disability.

## I. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Marcha

La marcha es un tipo de locomoción bípeda, que caracteriza a la raza humana y la diferencia del resto de los seres vivos. <sup>(1)</sup> Es resultado de la compleja interacción dinámica entre varios sistemas: neuromuscular, músculo-tendinoso y osteoarticular. <sup>(2)</sup> Los sistemas sensoriales juegan también un papel importante en modulación de la marcha iniciando en orden de importancia con la visión, vestibular, auditivo y sensitivo.

Se define como una secuencia de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades inferiores y el tronco, cuyo objetivo principal es el desplazamiento del cuerpo hacia enfrente y la traslación del centro de gravedad, con bajo esfuerzo y mínimo gasto de energía. <sup>(1, 2,3)</sup>

Consiste en una sucesión de pasos, por lo cual el peso corporal es soportado alternativamente por ambas piernas. Mientras una pierna se encuentra en contacto con el suelo, es decir en apoyo o cargando peso, la otra pierna está en periodo de balanceo. Un pie siempre va a estar en contacto con el suelo, a lo que se conoce como apoyo unipodal, pero en el periodo de transferir el peso de la pierna que estaba en apoyo a la de balanceo se da un tiempo al que se conoce como de doble apoyo. <sup>(4)</sup>

Para llevar a cabo la marcha deben existir dos habilidades esenciales: el equilibrio y la locomoción; el primero favorece asumir la postura erecta y mantenerse estable durante el movimiento y la segunda posibilita iniciar y mantener la secuencia rítmica de los pasos. <sup>(5)</sup>

#### 1.1.1 Desarrollo de la marcha

De acuerdo a las observaciones de McGraw y André Thomas sobre la marcha primitiva y la marcha automática respectivamente, se tenía la idea de que la



marcha humana es innata; sin embargo la desaparición de la marcha automática después de los 2-3 primeros meses de vida sugiere una teoría más aceptada que supone que la marcha se adquiere por sollicitación, imitación del entorno y aprendizaje por ensayo/error. <sup>(6)</sup>

La adquisición de la marcha en el niño le proporciona autonomía en sus desplazamientos, lo que abrirá sus horizontes de experimentación y descubrimiento, por lo cual se considera la última etapa importante de su desarrollo motor. Para una correcta adquisición es necesario combinar los siguientes factores:

- Control del equilibrio, principalmente en posición vertical.
- Control del tono muscular, especialmente en músculos anti- gravitatorios
- Coordinación de los movimientos
- Adquisición de la fuerza para soportar el peso <sup>(7)</sup>

En el recién nacido si se le sostiene en posición bípeda y se inclina a su cuerpo hacia adelante, éste moviliza las extremidades en un intento por caminar, a esto se le conoce como reflejo primitivo de la marcha el cual perdura hasta los 2 primeros meses. <sup>(1)</sup>

Aunque el desarrollo de la marcha varía de acuerdo al sexo, edad, raza y otros factores existen parámetros normales que a continuación se mencionan: 3-4 meses el niño levanta y sostiene la cabeza por largos periodos; 6 meses realiza transferencias de peso e intenta alcanzar objeto en decúbito ventral; 7 meses intenta arrastrarse y gatear. <sup>(1)</sup> A los 8 meses, se mantiene de pie unos instantes si se le toma de las dos manos; 10 meses, se pone de pie sujetándose de un lugar cercano; 1 año, camina si se le dan las 2 manos; 14-15 meses, camina completamente solo. <sup>(8, 9, 10)</sup>

La mayoría de bibliografía opina que la maduración del patrón de la marcha se alcanza alrededor de los 7-9 años; <sup>(1, 4,8)</sup> sin embargo existen estudios que difieren y afirman que la maduración de la dinámica de la marcha no está completamente desarrollada hasta los 11-14 años cuando está se aproxima a los valores de un adulto joven. <sup>(11)</sup>

### 1.1.2 Ciclo de la marcha

El ciclo de la marcha va desde el impacto de talón sobre una pierna (0%) que es donde se marca el inicio del ciclo, hasta el próximo impacto de talón de la misma pierna (100%), culmina el ciclo. <sup>(12)</sup>

Este término fue acuñado hasta 1990 por Gage, anteriormente se denominaba Zancada, <sup>(13)</sup> está en un término sinónimo, es la secuencia de acontecimientos que se producen entre dos contactos sucesivos del talón del mismo pie y la cual está comprendida por dos intervalos de apoyo bipodal y dos de apoyo monopodal, uno para cada pie. <sup>(13, 14)</sup>

Perry define el ciclo de la marcha en fases, periodos y tareas para describir la marcha normal y patológica (Fig. 1) <sup>(15)</sup>

Las fases son dos y corresponden al apoyo y oscilación, las tareas son tres: aceptación del peso, apoyo monopodal y avance de la extremidad; y por último ocho periodos que son: contacto inicial, respuesta a la carga, apoyo medio, apoyo terminal, preoscilación, oscilación inicial, oscilación media, oscilación final.

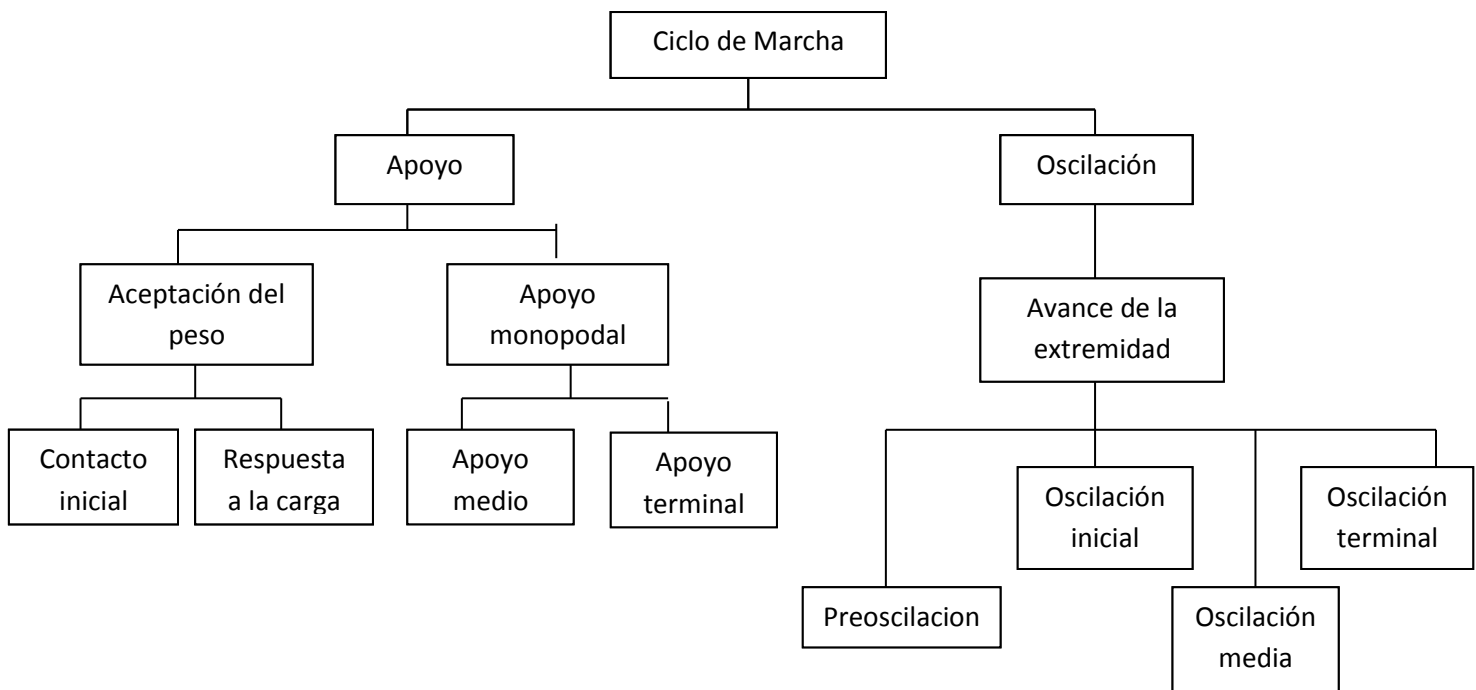


Fig. 1 (15). Fases del ciclo de la Marcha. Charler J. Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación: estudio de la marcha. Rehabilitación Madrid. 2005; 39(6):305-314

Para poder comprender cada una de sus divisiones es necesario definir las, como a continuación se mencionan:

**1.1.2.1 Fase de apoyo**, el pie se encuentra total o parcialmente apoyado sobre lo plano (suelo). Inicia con el choque de talón y culmina con el despegue del antepié, representa la mayor parte del ciclo con un 60- 62 %. <sup>(1, 14)</sup>

Esta a su vez se subdivide:

- Contacto inicial (apoyo de talón), comienzo de la fase postural, el pie se adelanta y el talón contacta con el suelo. Representa el 2 % del ciclo de la marcha.
- Respuesta a la carga (pie sobre lo plano), el pie hace contacto total con el piso y el pie es soportado completamente por esa extremidad, el objetivo es amortiguar el impacto y dar estabilidad. Ocupa del 2- 10% del ciclo.
- Soporte medio, inicia con el despegue de la pierna contralateral, se permite el desplazamiento del peso hacia el antepié, ocupa del 10- 30% del ciclo.
- Soporte terminal (talón levantado), inicia cuando el talón de la pierna de soporte se despegue del suelo y termina cuando entra en contacto la pierna contralateral. 30-50% del total del ciclo.
- Preoscilación/balanceo (dedos levantados), es la transición de la fase de soporte a la de oscilación, la pierna contralateral contacta con el suelo y la pierna ipsilateral despegue del piso se da la transferencia de peso. Completa la fase de apoyo con el 50-60%. <sup>(1, 4, 16)</sup> Fig. 2

**1.1.2.2 Fase de balanceo**, tiempo durante el cual la extremidad inferior se encuentra en el aire, comienza con el despegue del antepié y culmina cuando el talón realiza el nuevo contacto inicial. Completa el otro 38-40% del ciclo de la marcha. <sup>(1, 14)</sup> Entre sus subdivisiones encontramos:

- Balanceo/Oscilación inicial (aceleración), inicia con el despegue del pie y termina cuando la pierna es paralela a la contralateral, el objetivo es

conseguir la máxima separación del suelo mediante la triple flexión. Del 60-73% del ciclo.

- Balanceo/Oscilación media, la tibia se orienta verticalmente hasta quedar perpendicular con el piso. Dura del 73-87% del ciclo.
- Balanceo/Oscilación terminal (desaceleración), el talón hace contacto con el piso, el objetivo es una completa extensión de rodilla y cadera. Completa el ciclo 87-100%. <sup>(1, 4, 14)</sup> Fig. 2

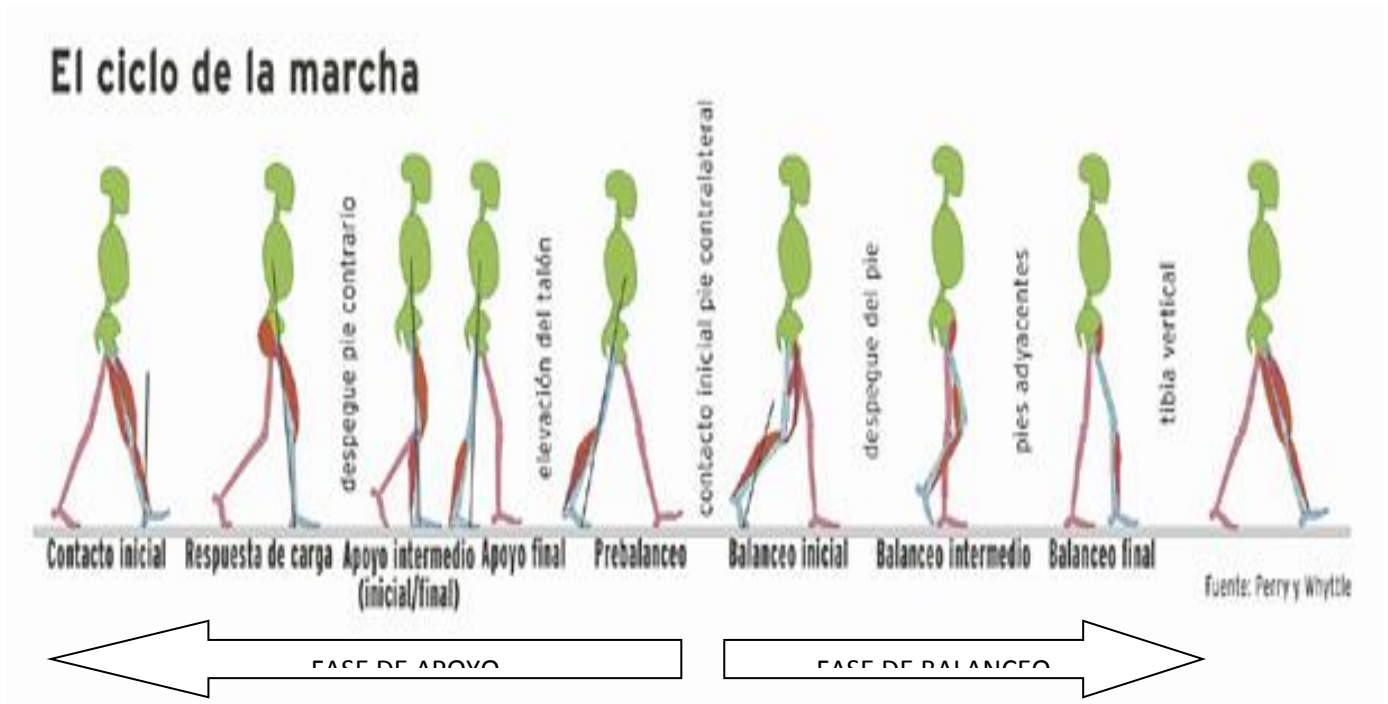


Fig. 2 Tomada de:

[http://www.diariomedico.com/index.php/services/popUpGaleria?id=3845&idConten t=70488&content\\_class=Photos](http://www.diariomedico.com/index.php/services/popUpGaleria?id=3845&idConten t=70488&content_class=Photos)

### 1.1.3 Parámetros temporales

El estudio de distancias y tiempos durante el ciclo de la marcha, es la manera más sencilla de analizar los distintos patrones de marcha. Sus resultados facilitarán el diagnóstico, la fijación de objetivos y la planificación del proyecto terapéutico. <sup>(1)</sup>

A continuación se desglosan los parámetros relacionados con el tiempo:

- Tiempo de zancada: tiempo transcurrido entre dos contactos de talón consecutivos del mismo pie. Es decir un ciclo completo de la marcha.
- Tiempo de paso: intervalo de tiempo entre dos contactos consecutivos de talón, inicia con el contacto inicial de un pie al contacto de talón del pie contralateral.
- Apoyo sencillo: tiempo durante el cual el peso corporal se encuentra apoyado en una sola pierna
- Apoyo doble: tiempo durante el cual el peso corporal esta soportado sobre ambas piernas. <sup>(1, 17, 18)</sup>
- Tiempo de apoyo: tiempo durante el cual un pie se encuentra en contacto con el suelo. Inicia con el choque de talón y culmina con el despegue de los dedos del mismo pie. Este a su vez se forma por dos tiempos:
  - Tiempo de apoyo bipodal: Comprende el tiempo en que ambos pies están apoyados en el suelo.
  - Tiempo de apoyo monopodal: intervalo de tiempo en el que solo un pie está en contacto con el suelo. <sup>(13)</sup>
- Tiempo de balanceo, tiempo transcurrido entre el instante de despegue de los dedos del pie hasta el punto de contacto de talón del mismo pie. <sup>(1)</sup>

#### **1.1.4 Parámetros espaciales**

Estos parámetros son los que se relacionan con el espacio durante el ciclo de la marcha.

- Longitud de zancada: distancia lineal en metros entre dos contactos de talón consecutivos realizados por la misma pierna. Incluye dos pasos cortos. (Fig.1)
- Longitud de paso: distancia entre dos contactos de talón consecutivos del pie contralateral. (Fig.1)
- Ángulo de paso, orientación del pie durante el apoyo respecto a la línea de progresión. (Fig. 2)
- Ancho de paso (base de sustentación), distancia lineal en centímetros, entre el centro de cada talón durante la marcha. (Fig. 2) <sup>(1, 17, 18)</sup>

La unión de los parámetros espaciales y temporales nos facilita el cálculo de los siguientes parámetros considerados espacio-temporales:

- Cadencia (frecuencia de paso), número de pasos por unidad de tiempo, generalmente un minuto.
- Velocidad, relación de la distancia recorrida en la dirección de la marcha por unidad de tiempo, se expresa en m/s. y se obtiene con la siguiente fórmula: <sup>(17)</sup>

$$\frac{\text{Longitud de paso} \times \text{Cadencia}}{60 \text{ seg}}$$

Estos parámetros son variables que pueden ser alteradas por factores como la estatura, edad, sexo, forma, posición y función de las estructuras neuromusculares.



Fig. 1 Longitud de zancada y paso corto. Tomada de Daza J. Evaluación clínico – funcional del movimiento corporal humano. Editorial panamericana. 2007. Bogotá, Colombia

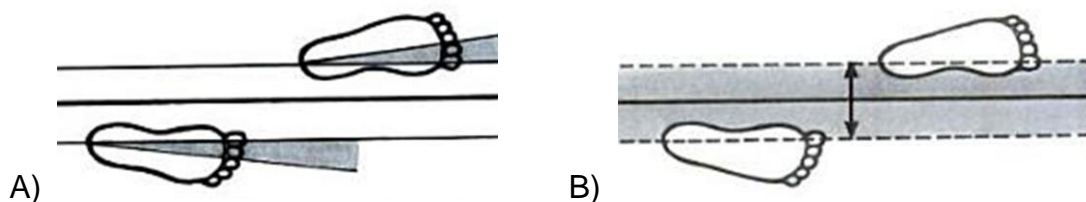


Fig. 2 A) Ángulo de paso; B) Ancho de paso. Tomada de Daza J. Evaluación clínico – funcional del movimiento corporal humano. Editorial panamericana. 2007. Bogotá, Colombia

### 1.1.5 Valores de normalidad

Para considerar un resultado como alteración es necesario contar con una referencia de lo que se considera normal. A continuación se describen los valores de normalidad para parámetros espacio-temporales en niños mayores de 7 años y menores de 12 años.

Valores de normalidad (1)		
<b>Parámetros Temporales</b>	Derecho	Izquierdo
Tiempo de apoyo	478-742 m/seg	446-691 m/seg
Tiempo de oscilación	367-535 m/seg	352-544 m/seg
Porcentaje de apoyo	53-61%	50-61%
Porcentaje de oscilación	38-46%	38-49%
Tiempo de zancada	860-1263 m/seg	828-1206 m/seg
Cadencia	95-137 pasos/minuto	
<b>Parámetros espaciales</b>	Derecho	Izquierdo
Longitud de paso	390-665 mm	392-692 mm
Velocidad	0.74-1.3 m/seg	0.76-1.36 m/seg
Velocidad de balanceo	1.7-3.08 m/seg	1.69-3.1 m/seg
Largo de zancada	844-1306 mm	827-1317 mm
Base de sustentación	40-193 mm	

### 1.1.6 Factores que intervienen en la marcha

A pesar de que la marcha bípeda diferencia al ser humano del resto de las especies, aún entre los seres humanos está es muy diferente en cada persona, debido a los diferentes factores que modifican el esquema normal de la marcha.

Para su estudio se han dividido en factores intrínsecos y extrínsecos:

#### 1.1.6.1 Intrínsecos

- Edad: a lo largo de la maduración del niño, el patrón de la marcha va evolucionando y sus características se tornan diferentes.

- Niños: Menor longitud de paso y velocidad, mayor anchura de paso, el contacto inicial es con el pie completo, escasa flexión de rodilla en la fase de apoyo, rotación externa del miembro inferior y ausencia de movimientos de oscilación recíproco de los miembros superiores. <sup>(19)</sup>
- Adulto joven, en general caminan con ligereza, flexibilidad y agilidad. <sup>(20)</sup>
- Anciano: Disminución de la longitud de paso, aumento de la anchura de apoyo, reducción total del rango de flexoextensión de cadera, reducción de flexión de rodilla en la fase de oscilación, reducción de la flexión plantar del tobillo durante el despegue. <sup>(19)</sup>
- Sexo: es diferente en función de la altura, peso y funcionalidad, las mayores alteraciones la sufren las mujeres ya que cargan mayor peso por los senos, el uso de tacones también influyen.
- Peso: una persona obesa desplaza su centro de gravedad hacia adelante, presentan hiperlordosis lumbar, no existe contacto con el talón sino con toda la planta del pie, existen deformaciones que alteran el patrón de la marcha, su longitud de paso y velocidad esta disminuido.
- Estatura: a mayor estatura, mayor longitud en el paso, aumento de la velocidad y la cadencia; en menor estatura recompensa con rotaciones mayores de pelvis y hombros para compensar el largo de paso. <sup>(20)</sup>

#### 1.1.6.2 Extrínsecos

- Calzado: su significado es funcional y protector, cuyos objetivos son: amortiguar los impactos durante la marcha, controlar los movimientos del pie, adecuada sujeción podálica; sin embargo esto se ve alterado por ciertos aspectos principalmente la presencia y el tamaño del tacón.
- Cinemáticamente, en bipedestación con tacón de 3.6 cm mantiene una plantiflexión de 90° y de 8 cm aumenta hasta 124°, esto da lugar a una flexión de rodilla que desplaza el centro de gravedad, lo que tiende a aumentar la lordosis lumbar y en un futuro provocar una lumbalgia. <sup>(21)</sup>



- Cinéticamente, un tacón de 4.5 cm resulta benéfico ya que la distribución de carga entre el retropié y antepié son equitativos. <sup>(19)</sup>
- o Terreno: se ha observado que en terrenos duros (asfalto, terrazo) el impacto del pie sobre el suelo será mayor; en cambio para terrenos blandos (hierba, arena o nieve) el impacto es más suave. Durante el ascenso y descenso de pendientes ambos pies participan en el impulso y el frenado logrando una reducción en la fase de apoyo

## 1.2 Análisis de la marcha

Se define como análisis de movimiento humano a todo procedimiento que involucre cualquier medio que permita la obtención de una medida cuantitativa o cualitativa de él, dentro del cual esta incluido el análisis de la marcha. <sup>(22)</sup>

El análisis de la marcha es una herramienta fundamental en el área de rehabilitación, ya que facilita el diagnóstico, tratamiento e implementación de un plan de tratamiento, en las patologías neuro-musculo-esqueléticas ya sean locales o generalizadas y permanentes o transitorias, así como todos los padecimientos que alteren la deambulación. <sup>(23, 24,25)</sup>

El examen de la marcha dentro de la evaluación clínica del movimiento corporal humano, se ha convertido en la herramienta mas utilizada para identificar movimientos normales y patológicos. <sup>(2)</sup>

La dinámica del sistema musculo-esquelético, que se observa durante el análisis de la marcha se evalúa desde las perspectivas cinéticas y cinemáticas. Mientras que en el análisis cinético se cuantifica la energía necesaria para la producción del movimiento por ejemplo la fuerza de reacción, la potencia, el gasto cardiaco; el análisis cinemático describe el desplazamiento en relación de los componentes de un sistema y sus relaciones. <sup>(23)</sup>

### **1.2.1 Análisis cuantitativo de la marcha**

Debido a que el fisioterapeuta no cuenta con alta tecnología para realizar los análisis de la marcha, se describen otros métodos de observación sencillos y de bajo costo, que por supuesto permitirá al fisioterapeuta adquirir habilidades y destrezas de valoración <sup>(1)</sup>.

Uno de estos métodos es el análisis cuantitativo de la marcha.

Este análisis nos permite medir los parámetros espaciales y temporales de la marcha. Debido a la rapidez de los acontecimientos en la marcha la simple observación no es muy confiable, para ello es necesario un material en el cual podamos fijar o trazar las huellas de los pasos por ejemplo en cartón o aluminio, para trabajar en este material requerimos también vinílico, marcadores, cinta métrica. Cinta autoadhesiva, goniómetro y cronometro <sup>(1)</sup>.

Se recomienda que el examen se realice en un lugar amplio, con luz y temperatura adecuada, de preferencia aislada para respetar la privacidad de la persona, en el caso de la persona es necesario que se encuentre descalzo y en ropa interior. <sup>(1)</sup>

Ya que contamos con el material básico indicamos al paciente a evaluar, cómo y donde debe realizar la marcha y entonces comenzamos con las mediciones correspondientes a cada uno de los parámetros espacio-temporales. <sup>(26)</sup>

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La marcha es la actividad física más practicada por el ser humano desde la infancia hasta la vejez, es la herramienta que utiliza para desplazarse de un lugar a otro con bajo esfuerzo y mínimo consumo energético. <sup>(1,13)</sup>

Debido a que por sí misma ya se considera una actividad de la vida diaria y que además de ella dependen muchas otras actividades básicas del ser humano, su análisis ha sido motivo de interés desde antiguas culturas, hasta la actualidad donde el ser humano ha creado nuevas herramientas, desde un análisis cuantitativo de la marcha en donde gracias a la observación es posible obtener datos cinemáticos del patrón de la marcha, hasta laboratorios de gran tecnología. <sup>(3, 27,)</sup>

De acuerdo a la literatura consultada, entre las alteraciones más comunes del patrón de la marcha en niños se menciona, alteraciones en la fase de apoyo principalmente durante el contacto inicial ya que esta la realiza con apoyo total de la planta del pie, variaciones en cuanto a los parámetros espacio-temporales por mencionar algunos la velocidad, cadencia, longitud y anchura de paso, estas debido a las características individuales como son peso, talla y en menor grado rasgos de personalidad y la influencia del medio en el que se desenvuelve. <sup>(14, 19)</sup>

Estas alteraciones son cada día más frecuentes en niños aparentemente sanos menores de 10 años, debido a los múltiples factores de riesgo a los que se enfrenta ahora la sociedad, como son la obesidad, el sedentarismo <sup>(28)</sup>, el desarrollo muy acelerado, que dificultan la realización de un patrón normal de marcha, por lo que es necesario iniciar una búsqueda intensiva para detectar a tiempo estas alteraciones de la marcha y actuar a nivel primario con un tratamiento preventivo.

La herramienta utilizada actualmente para realizar un análisis de la marcha son sistemas computarizados y análisis en 3 dimensiones <sup>(7)</sup>, el cual representa un gasto innecesario ya que existen otras herramientas no tan sofisticadas como lo es el análisis cuantitativo que arrojan los mismos resultados, y además

económicamente es muy elevado lo que dificulta su accesibilidad a la sociedad no solo aquella que presente una patología, sino a las personas sanas impidiendo detectar de forma oportuna alteraciones de la marcha en niños, lo cual, de ser posible, permitiría la aplicación de un tratamiento correctivo y preventivo con el que se disminuiría la tasa de futuros padecimientos óseos, musculares y articulares.

El laboratorio de análisis de movimiento es una herramienta objetiva pero poco accesible, pero existe una herramienta que nos arroja los resultados esperados y que resulta más útil para la aplicación del examen de la marcha, además aunque es conocido que el número de casos con alteraciones va en aumento aún no se cuenta con un porcentaje de frecuencia establecido, es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuál será la frecuencia de alteraciones de la marcha obtenida de la aplicación de un análisis cuantitativo, que valora parámetros espacio-temporales, de niños de entre 6-10 años que acuden a la escuela primaria Guadalupe Victoria en el ciclo escolar 2011-2012?**

### III. JUSTIFICACIONES

Estudios han comprobado que sólo el 30% de los individuos realizan correctamente el ciclo de marcha y el 70% restante lo realiza con al menos una alteración. <sup>(29)</sup>

Las alteraciones de la marcha en niños sólo son motivo de consulta para los especialistas de rehabilitación, cuando estas están relacionadas con un diagnóstico neuromuscular <sup>(30)</sup> u ortopédico. O bien acuden a consulta cuando el patrón de marcha ya ha madurado es decir después de los 14 años y ya las alteraciones encontradas están establecidas.

Actualmente la sociedad infantil mexicana se enfrenta a infinidad de factores de riesgo como lo son la obesidad que afecta al 26% de los niños y niñas de entre 5-11 años <sup>(28)</sup>, la falta de actividad física y la influencia de los medios de comunicación, solo por mencionar algunos, éstos condicionan que el ciclo de marcha se altere y el niño quede susceptible de sufrir futuras patologías musculoesqueléticas.

Por tal motivo es necesario realizar un análisis de marcha en toda la población infantil aun sin un diagnóstico establecido, para conocer la magnitud del problema y la velocidad de su aumento, es decir con un fin preventivo. El análisis cuantitativo ofrece la oportunidad de obtener datos cinemáticos de la marcha los cuales serán de gran utilidad para establecer un diagnóstico, planear y monitorizar un correcto tratamiento en caso de ser requerido <sup>(15)</sup>

La utilización de estos modernos sistemas además de representar un alto gasto económico, ha provocado que el médico ya no solicite la valoración fisioterapéutica, sin saber que los datos obtenidos en el estudio por si mismos no aportan la totalidad de la información, es por eso que la intervención de un fisioterapeuta con criterios de observación y evaluación es muy importante. <sup>(31)</sup>

Tomando en cuenta la importancia de detectar a tiempo las alteraciones de la marcha en niños sanos, el poco interés que se le muestra a este tema, que no se cuenta con financiamiento que alcance a cubrir los gastos de un análisis computarizado, y lo más importante que no existen muchas fuentes de información sobre alteraciones de marcha en niños el presente estudio busca ofrecer una herramienta de valoración de marcha que sea accesible a todo paciente, de bajo costo, y muestre resultados objetivos.

Además promover la participación del profesional en Terapia Física en la realización de estos análisis, con lo que mejorará su capacidad de observación, evaluación e interpretación de resultados.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Se espera que el 30% de los alumnos de entre 6-10 años de la escuela primaria José Guadalupe Victoria, sometidos al estudio presenten algún tipo de alteración en los parámetros espacio-temporales de la marcha.

## **V. OBJETIVOS**

### **V.1 General**

Determinar la frecuencia de alteraciones de la marcha en niños escolares de entre 6-10 años de edad de la escuela primaria Guadalupe Victoria en la comunidad Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México, utilizando como herramienta de evaluación un análisis cuantitativo de la marcha.

### **V.2 Específicos**

- Identificar las principales alteraciones en los parámetros espacio-temporales durante el ciclo de la marcha.
- Identificar la influencia del terreno por el que transitan los niños y su lateralidad en las alteraciones de los parámetros espacio-temporales.
- Relacionar los resultados obtenidos del análisis cuantitativo con la edad, sexo y talla del sujeto en estudio.



## VI. MATERIAL Y MÉTODO

### VI.1 DISEÑO DE ESTUDIO

El tipo de investigación de acuerdo al diseño de estudio, fue de tipo:

- Transversal
- Descriptivo

### VI. 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Nivel de medición	Indicador	Ítems
Frecuencia de alteraciones de la marcha	Medida que se utiliza generalmente para indicar el número de casos que presentan una alteración durante el ciclo de la marcha.	Cantidad de veces que se repite una alteración de marcha en un individuo.	Cuantitativa	Número de casos Porcentaje	1
Parámetros espaciales	Parámetros que se relacionan con el espacio, miden la longitud, el ancho y ángulo de	Parámetros que miden el espacio requerido para realizar el ciclo de marcha.	Cuantitativa	❖ Longitud de zancada Alteración +- 827-1317 mm ❖ Longitud de paso Alteración +-	2

	paso.			392-692 mm ❖ Ángulo de paso Alteración +- 20° ❖ Ancho de paso Alteración +- 20 cm	
Parámetros temporales	Parámetros que se relacionan con el tiempo, miden velocidad y la duración de las fases de la marcha.	Parámetros utilizados para cuantificar el tiempo que se requiere para realizar cada fase de la marcha	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiempo de zancada Alteración +- 828-1206 m/seg</li> <li>➤ Tiempo de paso Alteración +- 414-603 m/seg</li> <li>➤ Tiempo de apoyo Alteración +- 446-691 m/seg</li> <li>➤ Tiempo de balanceo Alteración +- 352-544 m/seg</li> </ul>	3

Lateralidad	Predominio motor relacionado con las partes del cuerpo, determinado por la supremacía de un hemisferio cerebral.	Mayor funcionalidad de un lado del cuerpo humano sobre el otro lado, derecho o izquierdo.	Cualitativa Nominal	Diestro Zurdo	4
Terreno por el que transita	Es un espacio de tierra sobre el cual comúnmente construye, casas, carreteras, edificios, etc.	Espacio por el cual la persona camina para llegar a su trabajo, casa o escuela.	Cualitativa Nominal	Asfalto Camino Encementado Camino de Terracería Veredas de Tierra	5
Edad	Tiempo vivido o de existencia de una persona desde su nacimiento hasta la actualidad.	Años de vida de una persona	Cuantitativa Continua	Años 6-10	6
Sexo	Serie de características físicas y biológicas de los órganos	Parámetro biológico que clasifica a los seres humanos en	Cualitativa Nominal	Hombre Mujer	7

	sexuales internos y externos, determinadas genéticamente desde la concepción	hombre y mujer.			
Estatura	Característica física humana que se altera con la genética y nutrición	Parámetro de medición para la altura del ser humano medida desde los pies a la cabeza	Cuantitativa Discreta	Metros Centímetros	8

### VI.3 UNIVERSO Y MUESTRA

La investigación se conformó por una muestra aleatoria de 30 niños, que acudían a la escuela primaria Guadalupe Victoria, en el periodo de mayo-julio del 2012, que cumplieron con los criterios de selección.

#### VI.3.1 Criterios de selección

##### Criterios de inclusión

Niños que:

- Entraban en un rango de edad de 6-10 años, ambos sexos
- Que realizan una marcha independiente y responden a ordenes correctamente
- Aceptaron participar en el estudio de la investigación

- Los padres aceptaron la participación y firmaron la carta de consentimiento

#### **Criterios de exclusión:**

- No se encontraban inscritos al ciclo escolar vigente de la escuela antes mencionada.
- No entraron dentro del rango de edad establecido
- Contaban con previo diagnóstico de patología neurológica que altera su ciclo de marcha
- Uso de prótesis u órtesis para lograr la marcha
- Previa lesión musculoesquelética en miembros inferiores que hayan arrojado secuelas en el ciclo de la marcha.
- Alteraciones de la conducta
- El niño o su tutor, no estuvo de acuerdo en que se le aplicara el estudio

#### **Criterios de eliminación**

- Poca cooperación durante el estudio y actitud que afecte al evaluador y al resto del grupo a evaluar.

## **VI.4 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

### Descripción

Los instrumentos de investigación fueron: una hoja de recolección y análisis de datos que se dividió en dos módulos:

Módulo 1: Ficha de identificación del niño, la cual incluye: nombre, edad, talla, peso, sexo, lateralidad y el tipo de terreno por el que transita. (Anexo 2)

Módulo 2: Cedula de recolección de datos obtenidos del análisis cuantitativo, se tomó en cuenta tanto parámetros espaciales como temporales y se valoró ambas extremidades, incluye los siguientes parámetros: zancada, longitud, ángulo y

ancho del paso, además ciclo de la marcha, periodo de paso, soporte y balanceo, así como la cadencia y velocidad. (Anexo 3)

### Aplicación

Los datos del módulo 1, se obtuvieron mediante un interrogatorio hacia el tutor y el niño previo al estudio, en lo que correspondió al 2° módulo los datos se obtuvieron después de realizar el estudio, al analizar uno a uno los estudios y así recabar los datos correspondientes.

## **VI.5 DESARROLLO DEL PROYECTO**

La pasante de la Licenciatura en Terapia Física Rosa Ivette Ordoñez Maciel, acudió a la escuela primaria Guadalupe Victoria y se entrevistó con el director de la misma con el fin de expresar su interés por realizar su proyecto de investigación en la escuela antes mencionada, el objetivo y la logística de realización, en donde logro el permiso del mismo para realizar el estudio.

Ya autorizado el proyecto se invitó a los alumnos, padres de familia y maestros de los grupos de estudio correspondientes a una plática informativa, en las instalaciones de la escuela, en donde se les expuso el proyecto y se les invito a participar. Además de hacerles entrega de la carta de consentimiento informado a los padres.

Una vez que los padres y alumnos, que aceptaron participar en la investigación, entregaron su carta firmada, se procedió a recabar la muestra de estudio de acuerdo a los criterios de inclusión anteriormente establecidos.

Seleccionada ya la muestra de trabajo, se procedió a realizar el análisis cuantitativo de la marcha, el cual se le realizó en el auditorio escolar, el cual cumplía con los requisitos para el estudio, dentro se colocaron, 5 metros de cartoncillo negro, con una línea media de referencia, pegados al piso con cinta adhesiva; así como el contenedor de talco blanco, en el extremo del cartoncillo donde se iniciaría la marcha.

En el salón únicamente se encontraba la investigadora, el familiar y el alumno, el cual se presentó solo con short y descalzo. Se realizó el llenado de la ficha de identificación (anexo 2), una vez finalizado y ya que el niño estuvo listo se acercó a la línea de partida, dándole como primer indicación introdujera sus pies en el contenedor con talco, posteriormente se colocara sobre el cartoncillo, respetando la línea media y finalmente se le indico caminar en línea recta sobre el cartoncillo fijando la mirada al frente.

Mientras el alumno caminaba sobre el cartoncillo, la investigadora se encargó de grabar, el trayecto de principio a fin.

Cada estudio duro aproximadamente 30 minutos, en donde se seguía el mismo procedimiento y se cambiaba el cartoncillo por uno nuevo con las mismas características, los estudios se realizaron en un periodo de tres meses, mayo-julio.

Una vez finalizada la etapa de recolección de datos, se continuó con el análisis de los mismos para completar así el llenado de la cedula de recolección (anexo 3).

Los parámetros espaciales se obtuvieron de los registros del cartoncillo, para este apartado nos ayudamos de una cinta métrica y un goniómetro, a continuación se desglosa uno a uno el procedimiento:

- Longitud de zancada, medimos en línea vertical desde el borde de talón de un pie (derecho-izquierdo), hasta el siguiente borde de talón del mismo pie.
- Longitud de paso, se midió verticalmente del borde de talón de un pie, al siguiente borde de talón del pie contralateral.
- Ancho de paso, en este punto la medida fue en sentido horizontal y se realizó de la línea media del borde de talón de un pie a la línea media del borde de talón del siguiente pie contralateral.
- Angulo de paso, en cada pie registrado en el cartoncillo, se formó un ángulo, el cual resulto de trazar una línea vertical, del centro del talón al primer

metatarsiano y otra línea con el mismo origen pero hacia el tercer metatarsiano, en este caso utilizamos el goniómetro.

Cabe mencionar que se tomaron medidas tanto de lado derecho como del izquierdo y que todos los valores se convirtieron de centímetros a milímetros, para que los resultados coincidieran con los valores de referencia (anexo 4).

En cuanto a los parámetros temporales, los datos se obtuvieron de la videograbación de cada uno de los estudios, de igual forma se respetó derecho-izquierdo y en este caso la unidad de medida fue m/seg. Nos ayudamos de un cronometro.

- Ciclo de marcha, se registró el tiempo comprendido desde el contacto inicial (choque de talón) de un pie hasta el siguiente contacto inicial del mismo pie.
- Tiempo de paso, identificamos el tiempo comprendido entre el contacto inicial de un pie y el contacto inicial del pie contralateral.
- Periodo de soporte, se obtuvo al calcular el tiempo que el pie estuvo en contacto con el piso durante un ciclo de marcha, en este caso y al igual que en el periodo de balanceo se registró en m/seg y además se obtuvo el porcentaje de apoyo y balanceo respectivamente.
- Periodo de balanceo, se calcula el tiempo que el pie se encuentra despegado del piso, es decir está en la oscilación para llegar al siguiente poyo.

Por último se obtuvieron los registros de cadencia y velocidad, el primero consistió en contabilizar el número de pasos que el alumno dio en un minuto; y el segundo se obtuvo multiplicando la longitud de paso y la cadencia y el resultado dividirlo entre 60 segundos.

De esta forma se concluyó con el análisis de cada uno de los estudios y con ello el llenado de la cedula de recolección de datos, lo que nos permitió realizar el análisis estadístico de los datos, resumirlos en cuadros y gráficas y finalmente presentar los resultados obtenidos.



## **VI. 6 MATERIAL**

Para el desarrollo del proyecto se utilizó lo siguiente:

- Superficie de cartón negro de 5 m de longitud
- Talco blanco
- Recipiente grande
- Goniómetro
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Cinta adhesiva
- Marcadores
- Cuaderno de notas
- Cámara de video

## **VI. 7 LÍMITE DE TIEMPO Y ESPACIO**

La investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la escuela primaria Guadalupe Victoria, ubicada en el municipio de Lerma, Estado de México, dentro del periodo comprendido por los meses de Mayo- Julio del ciclo escolar 2012.

## **VI.8 DISEÑO DE ANÁLISIS**

Una vez finalizada la recolección de datos, se realizó el vaciado de los mismos a una base de datos en Excel, y así se obtuvo lo siguiente:

Las variables de tipo cuantitativo se analizaron con media, moda y proporciones, mientras que las de tipo cualitativo será con proporciones

La relación entre marcha y variables demográficas se obtuvo con la chi cuadrada ( $\chi^2$ ) y t- student, dependiendo el tipo de variable.

## **VII. IMPLICACIONES ETICAS**

El presente trabajo se realizó en niños escolares con el previo consentimiento informado tanto del menor, su tutor y directivos escolares, en todo momento se respetó el anonimato de la persona y aun después de obtenidos los resultados se manejará la confidencialidad de la información. En caso de que se encuentren alteraciones de la marcha se canalizará al niño para su debida atención, al centro de rehabilitación correspondiente.

## VIII. RESULTADOS

El estudio se realizó con un grupo de 30 niños, que asistían a la Escuela Primaria Guadalupe Victoria, del Municipio de Lerma, Estado de México, en el periodo de mayo-julio del 2012.

El rango de edad para este estudio fue entre 6 a 10 años, con una media ponderada de 8.2 y la mediana que se estimó en 10 años.

En relación a la distribución por sexo, el 53 % correspondieron al sexo masculino y el 47 % femenino.

A los 30 niños se les aplicó un estudio cuantitativo, para determinar la frecuencia de las alteraciones de la marcha como se expresó en el objetivo general y para llegar a él se fueron desarrollando cada uno de los puntos ya mencionados en el desarrollo del proyecto, una vez que los datos obtenidos fueron analizados, se compararon con los valores de normalidad, de referencia. Para fines de análisis se estudiaron por separado los parámetros espaciales y los parámetros temporales, con sus respectivas variables.

Se analizó por separado cada uno de los parámetros espaciales, encontrando lo siguiente, la principal alteración con un 100% se ubica en el largo de zancada tanto derecha como izquierda, así como la longitud de paso el lado derecho.

Sin embargo no todas las variables presentan alteración, como es el caso de la base de sustentación, que en ambos casos derecha e izquierda se encuentra dentro de los valores de normalidad.

En la tabla número uno se desglosa el resto de los parámetros y sus respectivos porcentajes de alteración, con una media geométrica de 95.9%.

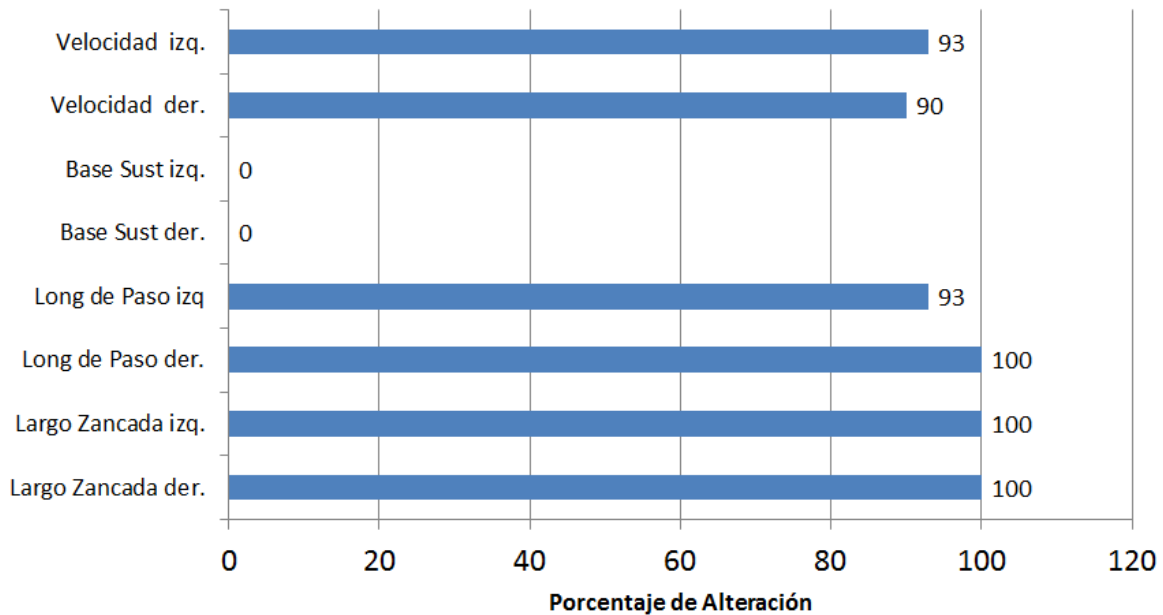
Tabla No. 1

Frecuencia de Alteraciones en los Parámetros Espaciales en niños de la escuela primaria Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México

Variable	Por debajo	Normal	Por arriba	% Alteración
Largo Zancada derecha	<b>30</b>	0	0	100
Largo Zancada izquierda	<b>30</b>	0	0	100
Long de Paso derecha	<b>30</b>	0	0	100
Long de Paso izquierda	<b>28</b>	2	0	93
Base Sustentación derecha	0	30	0	
Base Sustentación izquierda	0	30	0	
Velocidad derecha	<b>27</b>	3	0	90
Velocidad izquierda	<b>28</b>	2	0	93
Alteración Global (Media Geométrica)				95.9

Fuente: Cédula de recolección de datos

Gráfica No. 1  
Frecuencia de Alteraciones en los Parámetros Espaciales



De la misma manera se analizó cada parámetro de tiempo, mismos que presentaron porcentaje de alteración en todas las variables desde un 10% hasta un 73%.

Resultando como principal alteración, el porcentaje de oscilación derecha con un 73%. En la siguiente tabla se desglosa nuevamente el porcentaje de alteración de cada parámetro temporal.

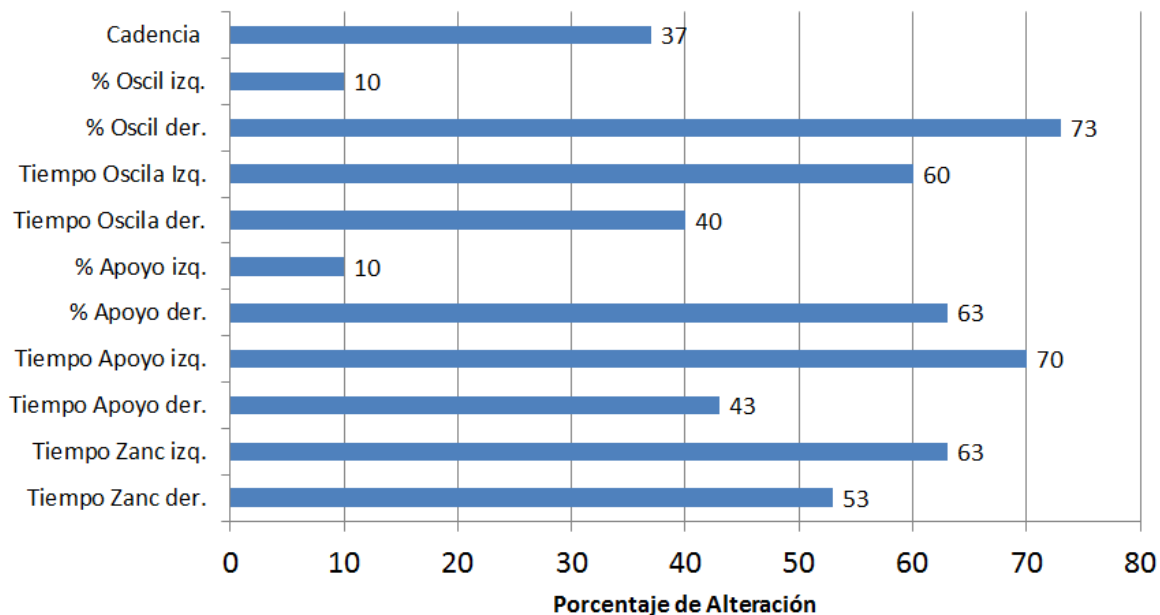
Tabla No. 2

Frecuencia de Alteraciones en los Parámetros Temporales en niños de la Escuela Primaria Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México

<b>Parámetros Temporales</b>	Por debajo	Normal	Por arriba	% Alteración
Tiempo Zancada derecha	0	14	<b>16</b>	53
Tiempo Zancada izquierda	0	11	<b>19</b>	63
Tiempo Apoyo derecho	0	17	<b>13</b>	43
Tiempo Apoyo izquierdo	0	9	<b>21</b>	70
% Apoyo derecho	<b>9</b>	11	<b>10</b>	63
% Apoyo izquierdo	0	27	<b>3</b>	10
Tiempo Oscilación derecho	0	18	<b>12</b>	40
Tiempo Oscilación izquierdo	0	12	<b>18</b>	60
% Oscilación derecha	<b>11</b>	8	<b>11</b>	73
% Oscilación izquierda	<b>3</b>	27	0	10
Cadencia	<b>9</b>	19	<b>2</b>	37
Alteración Global (Media Geométrica)				39.9

Fuente: Cédula de recolección de datos

Gráfica No. 2  
Frecuencia de Alteraciones en los Parámetros Temporales



De acuerdo a los objetivos específicos se encontró lo siguiente:

En la tabla número tres se observa la relación entre las variables de lateralidad y el terreno por el que transitan diariamente los niños.

En cuanto a la lateralidad se muestra predominio diestro, con el 24 de los casos y tan solo el 20% con predominio surdo. En relación al terreno transitado domina el tipo encementado con el 60%, y el menos común fue el tipo terracería con tan solo el 7%.

Se observa que del porcentaje que obtuvo el terreno encementado el, 90% del mismo pertenece a los niños con lateralidad diestra.

Tabla No. 3

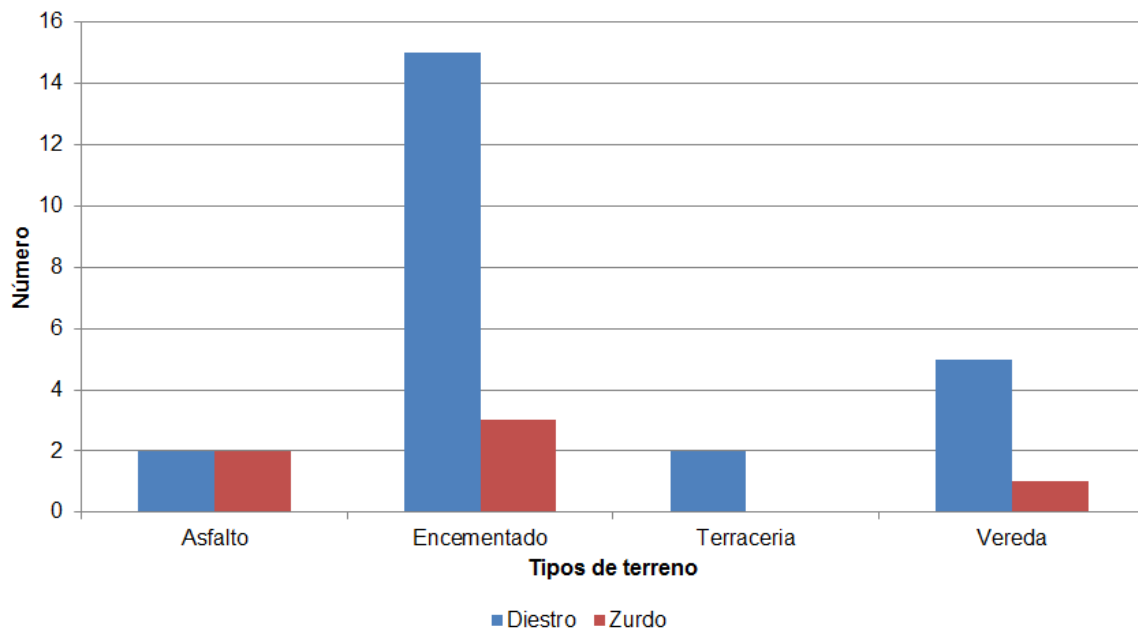
Distribución por lateralidad y terreno por el que transitan los niños de la Escuela Primaria Guadalupe Victoria Lerma, Estado de México

Terreno	Lateralidad		Total	
	Diestro	Zurdo	No.	%
Asfalto	2	2	4	13
Encementado	15	3	18	60
Terracería	2		2	7
Vereda	5	1	6	20
Total	24	6	30	100

Fuente: Cédula de recolección de datos

Gráfica No. 3

Distribución por tipo de terreno y lateralidad de niños de la Escuela Primaria Guadalupe Victoria Lerma, Estado de México





De igual forma se analizó la distribución por grupo de edad y sexo, se observó que los niños de 6 años en su totalidad fueron del sexo masculino, y un ligero predominio del sexo femenino, entre los 9 y 10 años de edad, sin embargo no se encontró una diferencia significativa ( $X^2= 9.016$ ; 4 gl;  $p > 0.05$ )

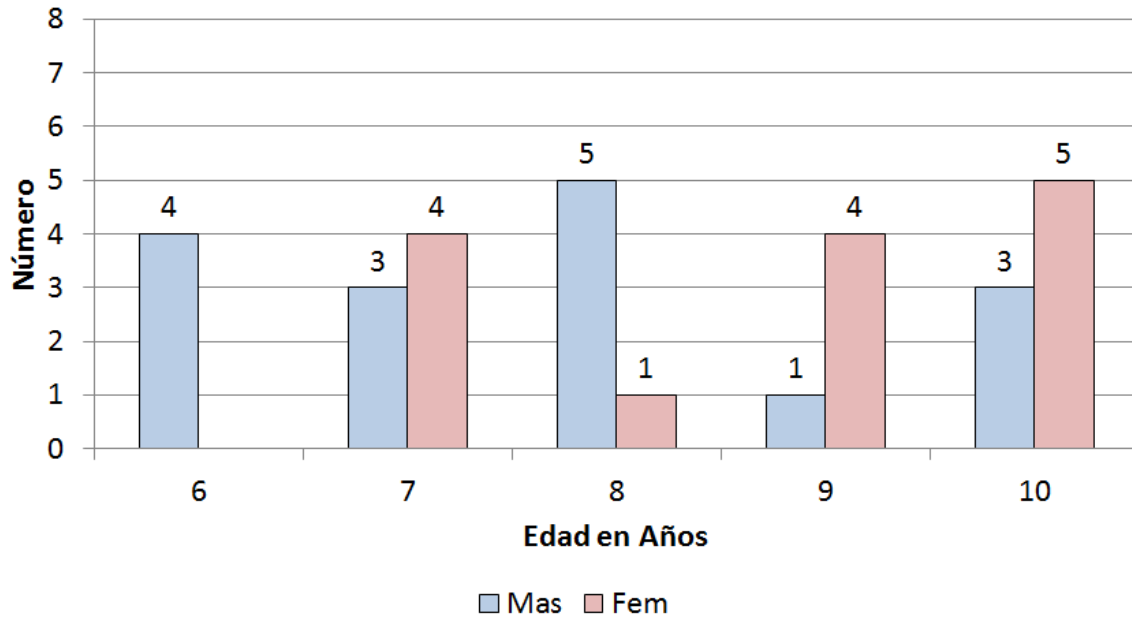
Tabla No. 4

Distribución por grupo de edad y sexo de niños de la Escuela Primaria  
Guadalupe Victoria Lerma, Estado de México

Edad	Sexo		Total	
	Masculino	Femenino	No.	%
6	4		4	13
7	3	4	7	23
8	5	1	6	20
9	1	4	5	17
10	3	5	8	27
Total	16	14	30	100

Fuente: Cédula de recolección de datos

**Gráfica No. 4**  
**Distribución por grupo de edad y sexo de niños de la Escuela Primaria**  
**Guadalupe Victoria Lerma, Estado de México**



Con el fin de determinar la relación entre la frecuencia de alteración y las variables de talla y peso, se obtuvo primero el índice de masa corporal de acuerdo a las tablas de la Organización Mundial de la Salud, en términos generales se encontró un predominio de niños con obesidad, mismos que representaron el 63%, los niños registrados con sobrepeso, representaron el 20 % y solo un 17 % de niños con estado de nutrición normal.

Se realizó una comparación entre el índice de masa corporal y la frecuencia de alteración de los parámetros espaciales y temporales, respectivamente.

Tabla no. 5

Relación entre el índice de masa corporal y la frecuencia de alteración de los parámetros espaciales.

Variable	Normal		Sobrepeso		Obesidad		Porcentaje alteración	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Longitud zancada derecha	5	17	6	20	19	63	30	100
Longitud zancada izquierda	5	17	6	20	19	63	30	100
Longitud paso derecho	5	17	6	20	19	63	30	100
Longitud paso izquierdo	3	10	6	20	19	63	28	93
Velocidad derecha	3	10	5	17	19	63	27	90
Velocidad izquierda	3	10	6	20	19	63	28	93
Total %	13.03		19.46		63		95.9	

Fuente: Cédula de recolección de datos

Tabla No. 6

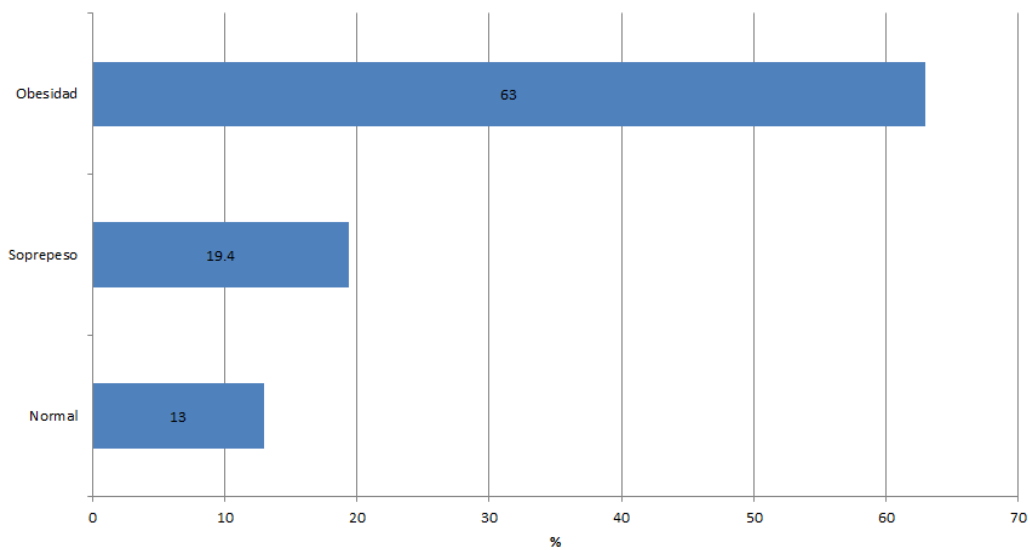
Relación del índice de masa corporal y la frecuencia de alteración de los parámetros temporales

Variable	Normal		Sobrepeso		Obesidad		Porcentaje alteración	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Tiempo zancada derecha	2	7	3	10	11	36	16	53
Tiempo zancada izquierda	5	17	3	10	11	36	19	63
Tiempo apoyo derecho			2	7	11	36	13	43
Tiempo apoyo izquierdo	3	10	5	17	13	43	21	70
Porcentaje apoyo derecho	2	7	4	13	13	43	19	63
Porcentaje apoyo izquierdo					3	10	3	10
Tiempo	2	7	3	10	7	23	12	40

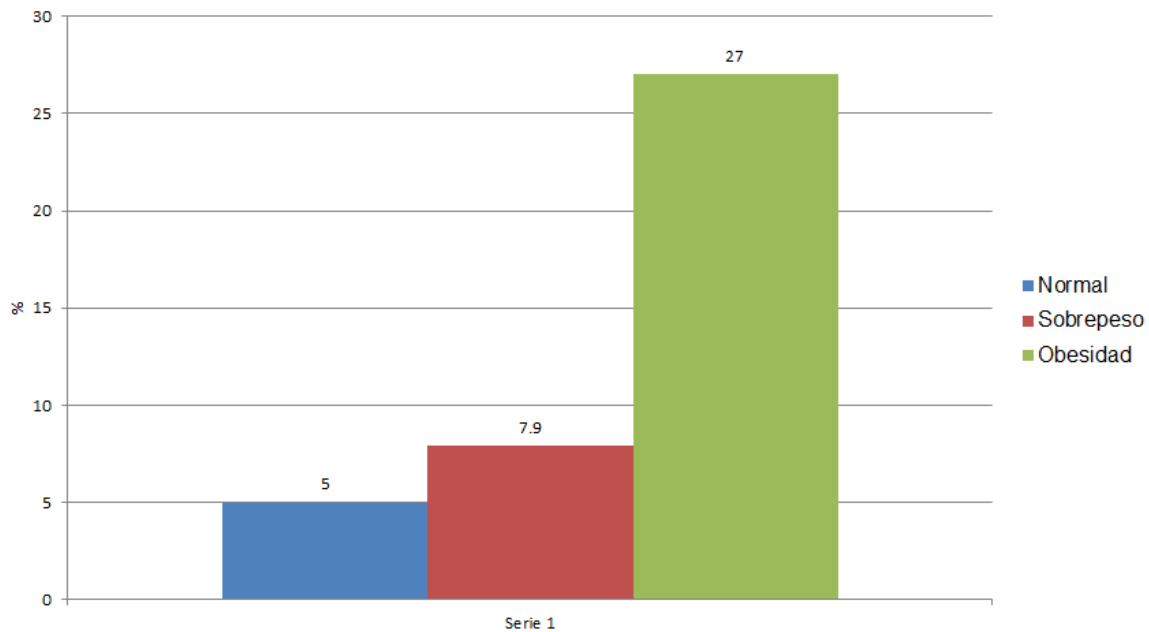
oscilación derecha								
Tiempo oscilación izquierda	2	7	5	17	11	36	18	60
Porcentaje oscilación derecha	2	7	7	23	13	43	22	73
Porcentaje oscilación izquierda			1	3	2	7	3	10
Cadencia	1	3	1	3	9	30	11	37
Total %	5		7.9		27		39.9	

Fuente: Cédula de recolección de datos

Grafica No. 5  
Relación entre el índice de masa corporal y la frecuencia de alteración de los parámetros espaciales.



Grafica No. 6  
Relación del índice de masa corporal y la frecuencia de alteración de los parámetros temporales



De acuerdo a los datos de las dos tablas anteriores, se observa que la obesidad predomina en ambos parámetros y que además es el rango en donde mayor alteración de marcha se presenta.

Finalmente con el objetivo de demostrar el total de alteraciones de la marcha, en niños aparentemente sanos, el cuadro numero 7 resume, la alteración global de los parámetros espacio-temporales, la cual se obtuvo mediante la media geométrica.

Tabla No. 7

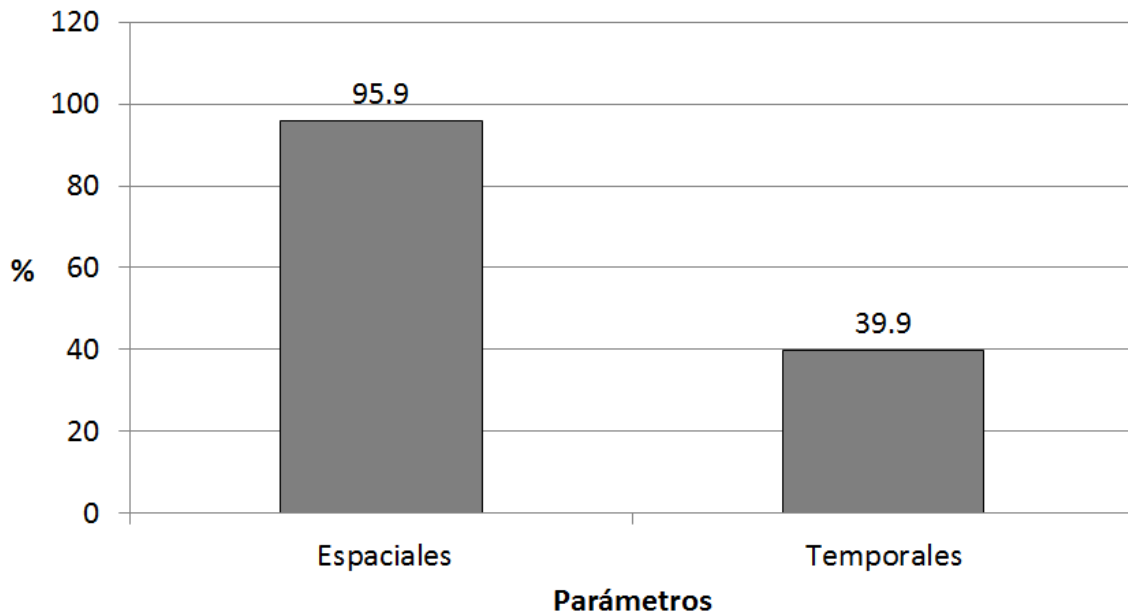
Frecuencia de alteraciones de los parámetros Temporales y Espaciales en niños de la Escuela Primaria Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México

Parámetros	Porcentaje de alteración %
Espaciales	95.9
Temporales	39.9

Fuente: Cédula de recolección de datos

Gráfica No. 7

Frecuencia de Alteraciones en los Parámetros Temporales y Espaciales en niños de la Escuela Primaria Guadalupe Victoria Lerma, Estado de México



Se aplicó el esquema de pruebas de hipótesis, en donde se encontró que no existe una diferencia estadísticamente significativa, entre el valor encontrado en los Parámetros temporales y el 30 % de la hipótesis ( $z = 1.11$ ;  $p > 0.05$ )

Es decir que la frecuencia de las alteraciones en Parámetros Temporales se encuentra dentro del 30 % de lo esperado.

Sin embargo al aplicar el esquema de pruebas de hipótesis en el grupo de los parámetros espaciales, se encontró que si existe una diferencia estadísticamente significativa, entre el valor encontrado en los Parámetros Espaciales y el 30 % de la hipótesis ( $z = 18.3$ ;  $p < 0.05$ ) lo que indica que las Alteraciones en los Parámetros Espaciales es significativamente mayor a lo esperado, a un 95 % de confianza.



## IX. DISCUSION

La marcha, se considera como el patrón de movimiento más complejo del ser humano, ya que requiere de la interacción del sistema neuromuscular, musculotendinoso, óseo-articular y sensorial. <sup>(2)</sup> La cual le brinda un alto grado de funcionalidad e independencia para realizar las actividades de la vida diaria. Pese a que la marcha es un elemento esencial de la salud y el bienestar; desde siempre el análisis de la misma, ha sido fundamental para registrar las modificaciones que sufre después de que uno de los sistemas corporales involucrados presenta alguna alteración, <sup>(32)</sup> es decir después de que se ha presentado la enfermedad, lo cual no tiene mucho sentido.

El interés de los investigadores por realizar un análisis cuantitativo de la marcha, ha aumentado, debido a que las alteraciones de esta se relacionan con las características antropométricas, las patologías y sobre todo al proceso de envejecimiento <sup>(32)</sup>, es decir los estudios se realizan en edades adultas cuando el patrón de la marcha está estructurado y no hay muchas posibilidades de modificarlo, ya que de acuerdo a la bibliografía la maduración del patrón de la marcha se alcanza alrededor de los 7-14 años. <sup>(1, 4,8, 11)</sup> Es desde esa edad donde se deben realizar los estudios para corregir y prevenir futuras complicaciones.

De acuerdo a lo que menciona Aguledo A. y cols, en su revisión de artículos sobre la descripción, métodos y herramientas de evaluación y parámetros de normalidad de la marcha <sup>(32)</sup>, una alteración de la misma es capaz de generar una discapacidad temporal o permanente, disminuyendo así la capacidad de desplazamiento en el espacio y por ende la interacción del hombre y el ambiente, se insiste en la necesidad de realizar más estudios de prevención como este.

El presente estudio en cambio se realizó con niños sanos, con un rango de edad en el que su patrón de marcha se encuentra aún en maduración, con el fin de demostrar que las alteraciones en la marcha, comienzan desde temprana edad aun sin una patología de base y demostrar que es desde ahí donde debemos empezar a trabajar.

## X. CONCLUSIONES

La investigación fue realizada en un grupo de 30 niños de entre 6 a 10 años de edad, los cuales eran alumnos activos de la escuela primaria Guadalupe Victoria, en el municipio de Lerma en el Estado de México.

El presente estudio reveló una frecuencia de alteración para los parámetros temporales fue del 39.9%, mientras que para los espaciales fue del 95.9%.

Se encontró como principal alteración de los parámetros temporales, el porcentaje de oscilación derecha con un 73%. Mientras que por los parámetros espaciales obtuvimos alteración, en la longitud de zancada tanto derecha como izquierda y en la longitud de paso derecho, todos con un 100% de alteración.

En cuanto a la influencia de la lateralidad y el tipo de terreno por el que transita, se obtuvo, que la mayoría son diestros con un 80%, mientras que el terreno encementado predominó con el 60%.

De acuerdo a los resultados no se encontró diferencia significativa, de las variables de sexo y edad, es decir el porcentaje de alteración fue similar en ambos casos.

Sin embargo en la variable de peso (estado de nutrición), si se observa que más de la mitad de los niños estudiados, el 63%, presenta obesidad y el 20% sobrepeso, lo cual si representa ser un factor determinante para sufrir alteración de la marcha.

## **XI. RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS**

Dados los resultados de la investigación, se propone hacer este mismo estudio con un tamaño de muestra más grande, y con mayor diversidad de los sujetos, para aumentar la posibilidad de encontrar una diferencia significativa entre las alteraciones de la marcha y variables de edad, peso y sexo.

Dado que se descubrió que el estudio también nos arroja otro tipo de observaciones como: pie plano, rotación tibial aumentada, acortamiento de miembros pélvicos, hiper-lordosis, se sugiere implementar este tipo de estudio en todas las escuelas, para dar a conocer a los padres de familia la importancia de un plan de tratamiento (ejercicio) oportuno y a tiempo, para prevenir alteraciones aún más graves no solo en la marcha sino a nivel corporal, en la edad adulta de sus hijos.

Con esto además, sugiero a mis colegas terapeutas físicos, involucrarse en la Rehabilitación basada en la comunidad y actuar desde un nivel primario, con la prevención, dar a conocer que estamos capacitados para actuar profesionalmente no solo cuando la discapacidad está establecida, sino desde antes que aparezca, y porque no hacer de este uno nuevo campo laboral.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Daza J. Evaluación clínico – funcional del movimiento corporal humano. Editorial panamericana. 2007. Bogotá, Colombia. 261-303
2. Cifuentes C, Martínez F, Romero E. ANÁLISIS TEÓRICO Y COMPUTACIONAL DE LA MARCHA NORMAL Y PATOLÓGICA: UNA REVISIÓN. Revista Med 2010; 18: 182-196.
3. Villalobos J, Parodi A, Díaz R. Estandarización de valores cinemáticos en niños sanos. Rev Mex MFR. 2005; 17(2):47-53.
4. Miralles R. Miralles I. Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. 2005. 2º ed. Editorial Masson. Barcelona, España. 327-338
5. Nouzeilles M. Alteraciones de la marcha. Archivos de Neurología, Neurocirujano y Neuropsiquiatrico.5-17
6. Blanc Y. Adquisición de la marcha. En: La marcha humana. La carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson: 2002; p. 205-215.
7. Palau E. Aspectos Básicos del Desarrollo Infantil. La etapa de los 0-6 años. Editorial ceac. 2001. España. 31-33
8. Viladot A. y col. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Editorial Springer. 243-259
9. Collado S. Desarrollo de la marcha. Biociencias. Rev facultad de ciencias de la salud. 2005; 3: 1-13.
10. Gesell A. El niño de 1 a 4 años. Barcelona: Paidós Ibérica; 1. 994.
11. Muñoz A, Angulo F, del Rio JL. Una descripción de la maduración del caminando de los niños mediante parámetros del análisis multifractal. Rev Mex Ingeniería Biomédica. 2004; 25 (2): 120-128
12. Krusen, Justus F. Análisis de la marcha: diagnóstico y manejo. En: Medicina Física y Rehabilitación. Editorial Panamericana. 2000. Madrid, España. 108-126
13. Cámara J. Análisis de la marcha: sus fases y variables espacio-temporales. Entramado2011; 7160-173.

14. Neumann D. Fundamentos de Rehabilitación Física. Cinesiología del sistema musculoesquelético. Ed. Paidotribo. Elsevier. 2007. España. 532-581
15. Charler J, Garreta R, Müller B. Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación: estudio de la marcha. Rehabilitación Madrid. 2005; 39(6):305-314
16. Rothstein J, Roy S. Manual de especialista en Rehabilitación. Ed. Paidotribo. 2005. Barcelona, España. 727-758.
17. Porter S. Tidy. Fisioterapia. Fisioterapia Esencial. Ed. Elsevier. 2009. Barcelona, España. 145-175
18. Martín AM. Bases anatómicas de marcha humana. Universidad de Salamanca. 1995. Salamanca, España. 13-18
19. Igual C. Muñoz E. Aramburu C. Fisioterapia General: Cinesiterapia. España, Ed. Síntesis. 2003. 125-137
20. Collado S. Pascual F. Álvarez A. Análisis de la marcha. Factores moduladores. Biociencias. Rev facultad de ciencias de la salud. 2003; 1: 1-22
21. Howard J. Tipo de marcha como causa de lumbalgia. En. Movimiento, estabilidad y dolor lumbopelvíco. Barcelona, España, Ed. Elsevier Masson. 2008. 253-263.
22. Díaz C. Torres A. Ramírez JI. Descripción de un dispositivo destinado al análisis de la marcha en dos dimensiones, CineMED. Rev EIA. 2006; 5. 85-92
23. Martínez F, Gómez F, Romero E. Análisis de video para estimación del movimiento humano: una revisión. Rev Med. 2009; 17 (1). 95-106
24. Villa A. Gutiérrez E. Pérez JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. Rev. Ing. Biomédica. 2008; 2(3). 16-26
25. Génot C. Kinesioterapia. Miembros inferiores. Ed. Panamericana. 2005. 135- 147

26. Viel E. Referencias normativas para la observación de la marcha. En: La marcha humana. La carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson: 2002; p. 205-215.
27. Del Pozo J, Alfonso RM y cols. Revisión actual sobre metodología empleada en la valoración de la marcha humana normal y patológica. Rev Dig. 2010; 146. <http://www.efdeportes.com/efd146/valoracion-de-la-marcha-humana-normal-y-patologica.htm>
28. García E y cols. La obesidad. Perspectivas para comprensión y tratamiento. Ed. Medica Panamericana. 2010. México. 103-113
29. Losada P. Alteraciones de los miembros inferiores: deformidades angulares, torsionales, alteraciones de la marcha y disimetrías. Rev Padiatr Integral 2002; 6 (5); 397-412.
30. Francois G. Aportación del análisis cuantitativo de la marcha en la toma de decisiones quirúrgicas en el niño. En: La marcha humana. La carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson: 2002; p. 217-235
31. Espinosa A. Intervención fisioterapéutica en el laboratorio de análisis de movimiento. Rev ASCOFI. 2005; 50: 49-52
32. Agudelo. A. Briñez T. Cols. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportado en la literatura. Rev, CES Movimiento y Salud. 2013;1:29-43

### XIII. ANEXOS

#### ANEXO 1

ESCUELA PRIMARIA GUADALUPE VICTORIA, LERMA, ESTADO DE MÉXICO.

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN ANÁLISIS CUANTITATIVO DE MARCHA

Fecha \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_

A quien corresponda:

Por medio de la presente, yo \_\_\_\_\_  
padre o tutor del niño (a) \_\_\_\_\_  
estudiante activo de la escuela primaria Guadalupe Victoria, declaro que estoy informado (a) acerca del protocolo de investigación titulado: ***“Frecuencia de alteraciones de la marcha en niños de 6-10 años obtenidas mediante la aplicación de un análisis cuantitativo de los parámetros espacio-temporales de la marcha en la escuela primaria Guadalupe Victoria, Lerma, Estado de México, durante el ciclo escolar 2011-2012”*** realizado por la pasante de Licenciatura en Terapia Física Rosa Ivette Ordoñez Maciel, con número de cuenta 0820159 de la Universidad Autónoma del Estado de México, y haciendo constar que se tiene la información suficiente acerca de los objetivos y de la realización del análisis.

El investigador a su vez se compromete a resolver y aclarar cualquier duda que se plantee acerca de los procedimientos que se llevaran a cabo durante el análisis, ya sea al inicio o al concluir el proyecto

Conservo el derecho de retirar a mi hijo del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente. Toda la información recabada y obtenida, será confidencial y utilizada únicamente con fines académicos.

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del Padre o Tutor

\_\_\_\_\_  
P. Lic. T. F. Rosa Ivette Ordoñez Maciel

## ANEXO 2

### FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre:	Edad:	Sexo:
Talla:	Peso:	
Lateralidad:	Terreno por el que transita	



### ANEXO 3

#### CEDULA DE RECOLECCION

<b>ANÁLISIS CUANTITATIVO</b>			
<b>1. Parámetros espaciales</b>			
<b>Extremidad inferior derecha</b>		<b>Extremidad inferior izquierda</b>	
Zancada		Zancada	
Longitud de paso		Longitud de paso	
Ángulo de paso		Ángulo de paso	
Ancho de paso		Ancho de paso	
<b>2. Parámetros temporales</b>			
<b>Extremidad inferior derecha</b>		<b>Extremidad inferior izquierda</b>	
Ciclo de marcha		Ciclo de marcha	
Periodo de paso		Periodo de paso	
Periodo de soporte		Periodo de soporte	
Periodo de balanceo		Periodo de balanceo	
Cadencia			
Velocidad			

## ANEXO 4

### VALORES DE REFERENCIA

Valores de normalidad (1)		
<b>Parámetros Temporales</b>	Derecho	Izquierdo
Tiempo de apoyo	478-742 m/seg	446-691 m/seg
Tiempo de oscilación	367-535 m/seg	352-544 m/seg
Porcentaje de apoyo	53-61%	50-61%
Porcentaje de oscilación	38-46%	38-49%
Tiempo de zancada	860-1263 m/seg	828-1206 m/seg
Cadencia	95-137 pasos/minuto	
<b>Parámetros espaciales</b>	Derecho	Izquierdo
Longitud de paso	390-665 mm	392-692 mm
Velocidad	0.74-1.3 m/seg	0.76-1.36 m/seg
Velocidad de balanceo	1.7-3.08 m/seg	1.69-3.1 m/seg
Largo de zancada	844-1306 mm	827-1317 mm
Base de sustentación	40-193 mm	