

11245  
2  
20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Medicina  
División de Estudios de Postgrado

*Centro Medico Nacional " 20 DE NOVIEMBRE "*  
*I. S. S. S. T. E.*  
*Servicio de Ortopedia y Traumatologia*

*Incidencia Estadística del Pie Plano en la Población Infantil  
de 3 a 12 Años  
Medidos en 10,000 Podogramas y 1,000 Revisiones Clínicas  
para Detectar Deformidades Angulares del Miembro Pelvico.*

**TESIS DE POSTGRADO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
*ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGIA Y  
ORTOPEDIA*

P R E S E N T A :  
**DRA. MARIA AURORA ACOSTA REYES**

*ASESOR : DR. ALEJANDRO RODRIGUEZ TREJO*

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



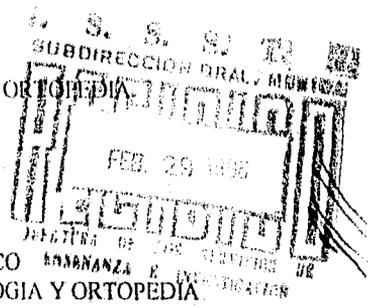
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.

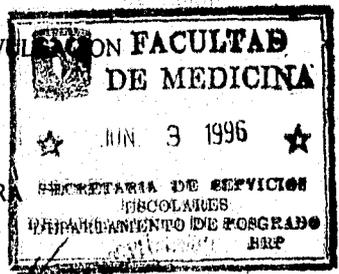
*[Signature]*  
DR. MANUEL MICHEL NAVA  
JEFE DEL SERVICIO DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA



*[Signature]*  
DR. JORGE MARTINEZ DE VELAZCO  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA

*[Signature]*  
DR. ROBERTO REYES MARQUEZ  
COORDINADOR DE ENSEÑANZA DE CIRUGIA

*[Signature]*  
DRA. AURA ERAZÓ VALE  
COORDINADORA DE INVESTIGACION Y DIVULGACION



*[Signature]*  
DR. CARLOS G. CABALLAR RIVERA  
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA

*[Signature]*  
DR. EDUARDO LLAMAS GUTIERREZ  
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

*[Signature]*  
DR. ALEJANDRO RODRIGUEZ TREJO  
ASESOR DE TESIS

GRACIAS

A MI MADRE:

POR SU AMOR DESINTERESADO Y SUS  
CONSTANTES PALABRAS DE ALIENTO.

# INDICE

## I. INTRODUCCION.

HISTORIA.

ANTECEDENTES

GENERALIDADES

## II. MATERIAL Y METODOS.

## III. RESULTADOS.

GRAFICAS

## IV. DISCUSION.

## V. CONCLUSIONES.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

INCIDENCIA DEL PIE PLANO Y DEFORMIDADES ANGULARES DEL MIEMBRO INFERIOR  
REPORTE DE 10,000 PODOGRAMAS Y 1,000 REVISIONES CLINICAS ACOSTA REYES  
MARIA AURORA M.D.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la población infantil de 3 a 12 años de ambos sexos, tomándose podogramas por un mismo explorador en series de 100, se analizaron y midieron por el método de Valente Valenti el cual clasifica al pie plano en 3 categorías. Así se obtuvo una población promedio de normalidad y otra de anormalidad por grados en donde pudimos percatarnos que realmente la menor edad no conlleva a mayor persistencia de pie plano y que la estructuración fisiológica de la marcha no siempre desaparece al pie plano. En cuanto a las deformidades angulares observamos que la incidencia en edades mayores es importante al realizar las revisiones clínicas, pero que desaparecen espontáneamente con la edad, es decir a mayor edad menor incidencia de deformidades debido a la estructuración de la marcha.

Las comparaciones estadísticas graficadas nos permiten observar que a veces las deformidades angulares rebasan las edades fisiológicas por causas externas inherentes al tipo de marcha y modismos en la estructura del calzado, la evolución mecánica de las deformidades del miembro inferior no pueden encasillarse en una sola causa o analizarse exclusivamente por los cambios biomecánicos que general la estructuración de la marcha de la misma manera que el desarrollo ontogenético puede variabilizarse la marcha puede variar por edades, por sexo, por tipo de estructura social, por tipo de población, la cual se manifiesta en la morfología total del miembro pélvico.

## INTRODUCCION

### HISTORIA.

La marcha bipodal es la forma más característica de desplazarse del ser humano. Aristóteles (3) que sólo observaba a las criaturas vivientes se atrevió a decir que el hombre es el único ser entre todas las criaturas vivas que camina erecto porque su naturaleza y su ser son divinos. La ciencia se ha interesado por el estudio del movimiento, el cual se encuentra representado a través de los grabados de Leonardo Da Vinci (3), donde pueden apreciarse las diversas fases de la marcha. El primer libro publicado sobre el tema fué la obra de Borrelli hijo de un soldado español que en 1517 servía en la corte del rey Carlos III. Fué hasta 1836 que los hermanos Weber (4) presentaron su tratado: *Mechanik der menschlichen gewehrzeuge*. En el cual se estudian las fases de la locomoción humana y sus alteraciones. En 1895, Braune y Fischer publican (8): *Der gang des menschen*; en ella describen la cinemática de la marcha y estudian la situación del centro de gravedad en el cuerpo y en los diversos miembros. En 1866, Vernuil y Valpian (7) publicaron el primer artículo sobre las anomalías neuromusculares de miembro inferior, iniciándose el estudio formal de las deformidades de esta estructura. En 1932, Verne Inman nos habla por primera vez de la marcha y su progresión plantigrada (9) relacionándola con el proceso que se lleva a cabo en la infancia y la estructuración a los 3 años. Anteriormente en 1913, Pierre Germain Marie Le Damay describió formalmente las variaciones de anteversión y torsión tibial de miembro inferior (2) y las consecuencias estructurales de la marcha y su relación con las deformidades que se presentan in útero. En este mismo contexto Marey hizo diversos estudios fotográficos del movimiento del hombre y de los animales, fotografiando las diversas fases de la marcha. Antes de que existiera la electromiografía Scherb (9) en 1952 en Zurich estudió la función de los músculos mientras caminamos; para ello hacía caminar en un tapiz rodante al sujeto de experimentación y por simple palpación iba examinando la contracción de los diversos músculos. La electromiografía posteriormente corroboró los resultados. En Estados Unidos el gran impulso de la biomecánica fué dado por Steindler (3) en 1955, en su publicación "The mechanics of normal and pathological locomotion". Este se había ubicado inicialmente en 1935 ocasionando controversias y comprobando todos sus estudios en 1945, en su libro "Kinesiology of the human body", esta obra es fundamental en la biomecánica de la marcha. Son de plena actualidad los estudios realizados por Ducroquet (3) en 1968, en el hospital de San Juan de Dios en París, ahí hizo contruir su famoso pasillo de espejos que en forma tridimensional permitía investigar todas las partes del cuerpo en movimiento. Completando estos estudios con los exámenes cinematográficos, se publicó la obra "La marche et la batiere", siendo un clásico del estudio de la marcha.

Finalmente es la fusión de las dos escuelas, la francesa y la norteamericana, la que ha dado la base definitiva al estudio de la marcha humana. Valente Valenti en 1975 publica su libro "Ortesis del pie", donde nos describe las alteraciones del pie plano y el modo de tratarlas según la escuela francesa. En ese mismo año el maestro Viladot, publica el estudio

cinemático de la marcha y la biomecánica del pie donde recaba toda la investigación de la patología del pie. Esta obra se basa en los siguientes hechos:

- I. Mejor conocimiento de la cinética y de la cinemática del movimiento humano.
- II. Estudio comparativo de la marcha normal y de la cojera.
- III. Estudio y perfeccionamiento de las endoprótesis, prótesis externas y ortesis empleadas en la patología ortopédica.
- IV. Estudios de los resultados de las diversas terapéuticas empleadas, en la patología del aparato locomotor.
- V. Control de los diversos métodos de educación.
- VI. Estudio del consumo energético de la marcha normal, en la cojera y después de diversas terapéuticas en la especial órtesis evaluada y registrada.

En 1990 en la modificación de sus lecciones de Viladot (3), menciona: la nueva escuela de la marcha y las deformidades angulares, hace aparecer la nomenclatura del desarrollo in útero y de su evolución ontogénica hasta la marcha estructurada en la adolescencia. Así el hombre históricamente ha tratado de comprender la locomoción humana y las diversas alteraciones angulares que se presentan en los miembros inferiores para reconocerlas y tratar de prevenirlas o en su defecto corregirlas.

#### GENERALIDADES.

La marcha normal es armónica, rítmica y eficiente. Se encuentra destinada a propulsar el cuerpo hacia adelante con suavidad, con economía de movimiento y gasto mínimo de energía, por lo que el centro de gravedad se desplaza en diversas direcciones (3). El ciclo normal de la marcha consiste en un paso para cada pierna, por convención se inicia con el talón derecho apoyado en el piso, la fase denominada golpe del talón. La etapa siguiente, pie plano, se apoya toda la planta del pie a medida que el cuerpo se proyecta hacia adelante el talón se eleva. Por último la parte anterior del pie y los dedos se levantan del suelo. Estas cuatro fases corresponden a un paso (1), luego la pierna y el pie se mueven hacia adelante para tomar posición y reiniciar el ciclo. En la marcha de nivel normal un pie siempre apoya en el piso. Durante la marcha normal las articulaciones del miembro inferior se movilizan en un rango determinado, el tobillo se ubica en dorsiflexión leve en la misma fase y pasa con rapidez a la flexión plantar en la segunda (3). A medida que la tibia se desplaza hacia adelante, el tobillo reasume la flexión dorsal.

Al levantarse los dedos se encuentra en flexión plantar, que se convierte en dorsal para que la pierna se separe del suelo. La rodilla se encuentra en flexión leve durante el golpe del talón, y esta posición se acentúa cuando el pie se aplana. Cuando el cuerpo avanza se extiende y queda casi recta al despegar los dedos. Al dar el paso la rodilla sufre flexión pasiva por flexión de la cadera, y luego se extiende por gravedad antes de volver a apoyar el talón. La cadera se flexiona en la primera etapa y más tarde se extiende, al levantar los dedos el psoas flexiona, esto lleva a flexión pasiva de la rodilla y acortamiento de la pierna para separarla del piso. Si se mira la marcha normal de frente, el tronco eleva y revela muy poca lateralización, manteniendo la pelvis nivelada. Los músculos

responsables son los abductores de la cadera y los glúteos mediano y menor. Durante el paso, los glúteos homolaterales son activos y actúan como guías, evitando el balanceo de la pelvis. Así la marcha del niño difiere de la del adulto, ya que el niño pequeño camina con mayor cadencia, (número de pasos por minuto), pero a menor velocidad, (distancia cubierta por minuto), esto se debe al menor equilibrio y a los pasos más corto.

En comparación con el adulto, el niño camina con caderas, rodillas y tobillos más flexionados. Esto mantiene más abajo el centro de gravedad y facilita el equilibrio. Los pies se separan más en relación con el ancho de los hombros, y rotan hacia afuera para ampliar la base de sustentación. El lapso de cada paso representa un porcentaje menor del ciclo de la marcha del adulto. En los niños pequeños el equilibrio está menos desarrollado y además los abductores de la cadera son débiles por lo que resulta difícil pararse en una sola pierna. No pueden mantenerse más de un segundo hasta los 2.5 a 3 años, mucos mas revelan marcha de trendelenburg leve hasta los 3 años. A esta edad se alcanza el patrón de la marcha madura. Los cambios angulares en las articulaciones son similares a las del adulto, la sincronización de cada fase del ciclo es semejante, a medida que las piernas se alargan la longitud del paso aumenta y en tanto el equilibrio mejora, la cadencia disminuye y en consecuencia la velocidad se acrecienta.

El brote del miembro inferior aparece durante la 3a. semana de la vida intrauterina, el dedo gordo del pie se forma en posición preaxial en el lado cefálico (7). La extremidad rota primero para llevar el dedo gordo hacia el lado interno del pie, más tarde durante la vida prenatal, en el primer año y en la infancia rota hacia afuera a nivel femoral y tibial. Los patrones comunes del lactante pueden persistir si el proceso de rotación externa normal, se afecta por factores genéticos o ambientales. La desviación que excede dos desvíos estándar se denomina deformidad y en este caso torsión. Casi todos los niños tienen anteverción femoral, pero sólo aquellos fuera del rango normal padecen torsión femoral.(4)

En cuanto al pie plano se refiere la definición clásica en descenso del arco plantar longitudinal, pero no da una idea de la situación geométrica y distancia real. El arco plantar es un segmento de hélice resultante de la torsión recíproca en sentido lateromedial del pie astragalino y del pie calcáneo. Así debemos mencionar que fisiológicamente en el plano perpendicular a las articulaciones que unen entre sí las dos unidades anatomofuncionales, al torcerse progresivamente hacia adentro de detrás hacia delante, desde la vertical de la subastragalina posterior hasta lo horizontal de la intermetatarsiana, determina la formación de una bóveda, mas o menos acentuada según la magnitud de la torsión que no es otra que la bóveda plantar (9). Si hacemos girar la tuberosidad posterior del calcáneo hacia fuera, la altura de la bóveda disminuye sensiblemente. Si entonces hacemos girar el eje de la intermetatarsiana de modo que el primer metatarsiano quede arriba y el 5o. abajo, la bóveda plantar desaparece casi por completo. En efecto con estas maniobras, hemos orientado hacia afuera el talón y supinado el antepié distorsionando el plano que determina la bóveda. Si en cambio pronamos el antepié llevando el 1er metatarsiano hacia abajo y el 5o. hacia arriba y desviamos el calcáneo hacia adentro desplazando su tuberosidad, asistiremos a la aparición de la bóveda del pie normal, en el plano veremos el hundimiento hasta adoptar las características de mecedora. Definiremos pues al pie plano sobre todo en

lo que respecta a la corrección ortésica como: una distorsión de las articulaciones plásticas del pie con valgo del talón, supinación del antepié, traslación hacia abajo y adentro de la cabeza del astrágalo y desplazamiento hacia afuera del escafoides y del respectivo antepié astragalino. Es un hecho sabido que la clave y (condición sinequanon) de todos estos desplazamientos es el vaguismo del calcáneo. La clasificación del pie plano se basa en todos los elementos proporcionados por el podograma, es decir, en todos los elementos que contribuyen al apoyo, comprendidas las partes blandas y no sólo los datos radiográficos.

#### CLASIFICACION DEL PIE PLANO.

Pie plano de primer grado.- En el pie plano de primer grado, el istmo entre el talón anterior y posterior aparece en el podograma más amplio de lo normal, como dato normal se entiende que el centro del istmo debe tener una anchura igual a 1/3 de la del talón anterior. Sin embargo para hablar de pie plano el istmo debe tener una anchura superior a la mitad del talón anterior.

Pie plano de segundo grado.- Aquí toda la planta exceptuando tal vez una pequeña media luna medial, esta en contacto con el suelo. La imagen del talón es rechoncha y redondeada.

Pie plano de tercer grado.- La huella del borde medial del pie sobrepasa el límite medial de los talones con una gran media luna.

Pie plano total.- Es una forma rara y gravísima de pie plano en el que solo los pilares mediales se apoyan en el suelo.

En el pie plano distinguimos tres variedades principales relacionados sobre todo con la edad, cada una de sus características propias que conforman distintas orientaciones de corrección ortésica.

Estos son:

- I.- Pie plano laxo de la infancia.
- II.- Pie plano valgo del muchacho.
- III.- Pie plano inveterado del adulto

En cuanto a las deformidades de torsión múltiple del miembro inferior se clasifican de acuerdo al perfil de rotación:

- I.- Ángulo de progresión del pie:

App.-Es el que se forma entre el eje del pie y la línea de progresión.

- II.- Rotación de la cadera:

Se mide con el paciente en decubito prono y las rodillas flexionadas deben de fijarse a la pelvis.

- III.- Rotación tibial :

La rotación tibial se evalúa mediante el ángulo muslo pie AMP. Es decir la diferencia angular entre el eje del muslo y del pie.

- IV.- Pie . Podograma:

Interpretación.- todos los resultados de los valores obtenidos en el perfil de rotación, se comparan con los normales para decidir si existen alteraciones.

El propósito de los estudios biomecánicos de la marcha es reconocer, la fisiología estructural humana desde la cadera hasta el pie. Partiendo de las deformidades in útero.

hasta la progresión y estructuración de la locomoción a los tres años de edad. Considerando todo lo anterior, el propósito de este estudio, es el determinar la incidencia epidemiológica del pie plano en la población infantil de los 3 a los 12 años; es decir cuando la marcha ya se presume estructurada y si ya involucionó fisiológicamente permitiendo iniciar el tratamiento oportuno y la prevención de las deformidades posteriores. Así mismo nos permite diferenciar las deformidades angulares que fisiológicamente están presentes en la infancia, si éstas involucionan o evolucionan acompañándose de pie plano, confirmando que las alteraciones del eje mecánico repercuten cambiando el centro de gravedad y por ende condicionaran a la presencia de variaciones ondulares de presentación.

Con los datos estadísticos podemos determinar cuántas y cuáles de las deformidades presentes están involucradas con eje mecánico y tienden a desaparecer. En cuanto el pie plano de refiere nos permite determinar los grados de comportamiento y su presencia en edades mayores, y en consecuencia cuántos pies planos absolutos no se acompañan de otras alteraciones y deben manejarse unitariamente y viceversa. Todo lo anterior nos permitirá aseverar tres planteamientos específicos:

1. Al estructurarse la marcha a los 3 años de edad, la incidencia epidemiológica del pie plano disminuye progresivamente.
2. Las deformidades angulares que se detectan en edades menores se acompañan de pie plano, y en consecuencia si éstas fisiológicamente desaparecen en edades ulteriores por estructuración de la locomoción, debe desaparecer también el pie plano; pero si el eje mecánico está alterado desde el principio, entonces persistirá y podrá acompañarse incluso de otras deformidades.
3. El pie plano por si mismo, puede desaparecer al estructurarse la marcha, pero por vicios posicionales y nodismos en el calzado, puede aparecer o desaparecer en forma ondulante en edades ulteriores, sin relacionarse exclusivamente con la estructura mecánica.

## II. MATERIAL Y METODO.

Este tipo de estudio es longitudinal, prospectivo, ciego y abierto. El estudio se realizó en forma prospectiva con una población abierta de escolares de 3 a 12 años, a los cuales se les realizaron podogramas en tinta en grupos de 100, con las siguientes especificaciones:

- Todos los pies se pintaron en el aire, es decir, con los pies elevados, al imprimirlos se apoyaron al mismo tiempo, al retirarlo se elevaron los pies al mismo tiempo. Fueron medidos por el método de Valente Valenti, en el cual se clasifica al pie plano en 3 modalidades midiendo del centro del mismo donde debe tener una anchura igual a un tercio de la del talón anterior; fueron graficados y cuantificados los resultados que se obtuvieron, se clasificaron por secuencias de edad, sexo y grados de presentación.

En cuanto a la evaluación de las deformidades angulares, éstas se realizaron en la población infantil de 3 a 12 años en ambos sexos, y se realizaron 1000 revisiones clínicas por un solo investigador registrándose en un modelo específico. Primero se realizaron 50 revisiones supervisadas tutorialmente para excluir errores observacionales y subjetivos, posteriormente se realizaron secuencias de 10 hasta 100 y así sucesivamente hasta llegar a 1000.

En estas revisiones clínicas se excluyeron todos aquellos niños que ya se les había detectado alguna patología de base como luxación congénita de caderas o Leg Calvé Perthes. Todos los pacientes que presentaron deformidades importantes, fueron canalizados a alguna institución para su manejo, con una nota de evaluación preliminar de su deformidad. En ningún caso se incluyeron pacientes que presentaran órtesis o que ya hubiesen estado bajo algún tratamiento ortopédico. La revisión clínica precisó realizar la determinación del nivel y dirección de la deformidad en el caso de las deformidades angulares, a veces éstas son dinámicas por la acción muscular como el dedo del explorador. Al dar el paso el aductor del dedo gordo del pulgar se contrae y lo lleva hacia la línea media.

#### ANGULO DE PROGRESION DEL PIE.

El APP, es el ángulo que se forma entre el eje del pie y la línea de progresión, se observa al niño mientras camina y corre para determinar la magnitud y la dirección de la deformidad. Se estiman los grados promedio de lateralidad interna o externa de cada pie, el desplazamiento hacia adentro se expresa en cifras negativas (por ejemplo - 10 grados) y hacia afuera en valores positivos. En el consultorio el niño puede mostrar compromiso, esta marcha de doctor está destinada a complacer al médico y a los padres, la desviación interna podría acentuarse cuando el niño se cansa y los mecanismos activos que compensan el problema estructural producen fatiga. A veces es útil que el niño corra por el pasillo para que el médico aprecie qué preocupa a los padres.

#### ROTACION DE LA CADERA.

Esta se mide con el paciente en decúbito prono y las rodillas flexionadas, debe fijarse la pelvis. La rotación interna es el ángulo entre la vertical y el eje de la tibia con rotación máxima de la cadera, y se dejan caer las piernas por gravedad. En la rotación externa se cruzan las piernas.

#### ROTACION TIBIAL.

Es evaluada mediante el ángulo muslo-pie AMP, es decir, la diferencia entre el eje del muslo y el pie. Con el paciente en decúbito prono y las rodillas en flexión de 90 grados, se mide el pie y el muslo desde arriba. Este es el registro más difícil y se requiere de práctica para reproducir los hallazgos, el pie debe estar relajado y es mejor repetir el examen varias veces.

## ANGULO DE PROGRESION DEL PIE

El rango normal es amplio en el niño pequeño, la media, así como también la excursión son mayores que en los niños grandes, esto se debe a la mayor rotación externa de la cadera, aún cuando la dirección de los pies hacia afuera es más pronunciada en el lactante y en la primera infancia; el espectro normal es tan grande que la desviación leve hacia adentro no es anormal y por lo tanto requiere tratamiento.

## ROTACION DE LA CADERA.

La rotación interna suele ser menor de 70 grados, pero el rango es muy amplio. Es algo mayor en las niñas porque la anteversión femoral es más acentuada, si la rotación interna supera los 70 grados existe deformidad en torsión interna del fémur, es leve entre 70 y 80 grados, moderada entre 80 y 90 grados y sería si es mayor de 90 grados. Por otra parte la rotación externa se reduce y las variaciones en la laxitud articular pueden modificar estas cifras; cabe tener en cuenta si el arco completo de rotación es excesivo o restringido. La rotación externa es máxima en el lactante tal vez por la posición intrauterina, durante la infancia ésta disminuye y la rotación interna aumenta algo, de manera que tanto en los varones como en las niñas la rotación interna es máxima en la mitad de la primera década de la vida.

## ROTACION TIBIAL.

El AMP es muy variable, en especial en el lactante los valores negativos de hasta 20 grados son normales. Si el AMP es mayor de -5 grados, se agrega torsión tibial interna, la tibia rota hacia afuera durante la primera infancia.

## PIE.

El borde interno del pie recto y su convexidad inicia aducción del metatarso que puede asociarse a torsión tibial.

## III. RESULTADOS.

Obtuvimos un total de 10,000 podogramas, se desecharon 90, 5416 fueron femeninos y 4494 fueron masculinos. Primeramente reportamos a la población femenina de los 3 a 12 años de edad, desglosándola en pies normales, pie plano grado I, pie plano grado II y pie plano grado III, obteniéndose los siguientes resultados: normales 4025, grado I 835, grado II 420 y grado III 136.

Analizando la tabla de frecuencia observamos que la población de 3 a 5 años fluctuó de un 69 a un 83% de pies normales, con deformidad grado I del 13 al 15%, grado II del 11 al 15.9% y grado III de 1.4%. En la población de los 6 a 7 años observamos pies normales

en un 70%, pie plano grado I en 23%, grado II en 8.7% y grado III de 3.2%. En la población de 8 a 11 años los índices de normalidad subieron hasta en un 92.5% y por grados disminuyeron hasta un 0.4%. No sucedió así a los 12 años en donde los pies normales, conformaron sólo el 76%, y los pies planos por grados fueron: grado I 1.3%, grado II 19.3% y grado III de 2.4%. En la tabla 1, se observa la distribución de la población por normalidad y grados y la tabla 2 la distribución de la población por frecuencias únicas por cada grupo de edad. Si analizamos esta tabla nos percatamos de que la distribución de presentación de pie normal y deformidades por grados presenta tres variables ondulares. La primera de los 3 a 5 años, donde al estructurarse la marcha, el pie se observa estático en un 70% de pies normales, la segunda de los 6 a 7 años donde el pie normal disminuye su frecuencia, hasta un 73.4% y el pie plano por grados avanza hasta un 3.2%. En la población de los 8 a los 11 años la frecuencia de normalidad del pie aumenta hasta un 92.5%, y el pie plano por grados disminuye hasta un 0.40%.

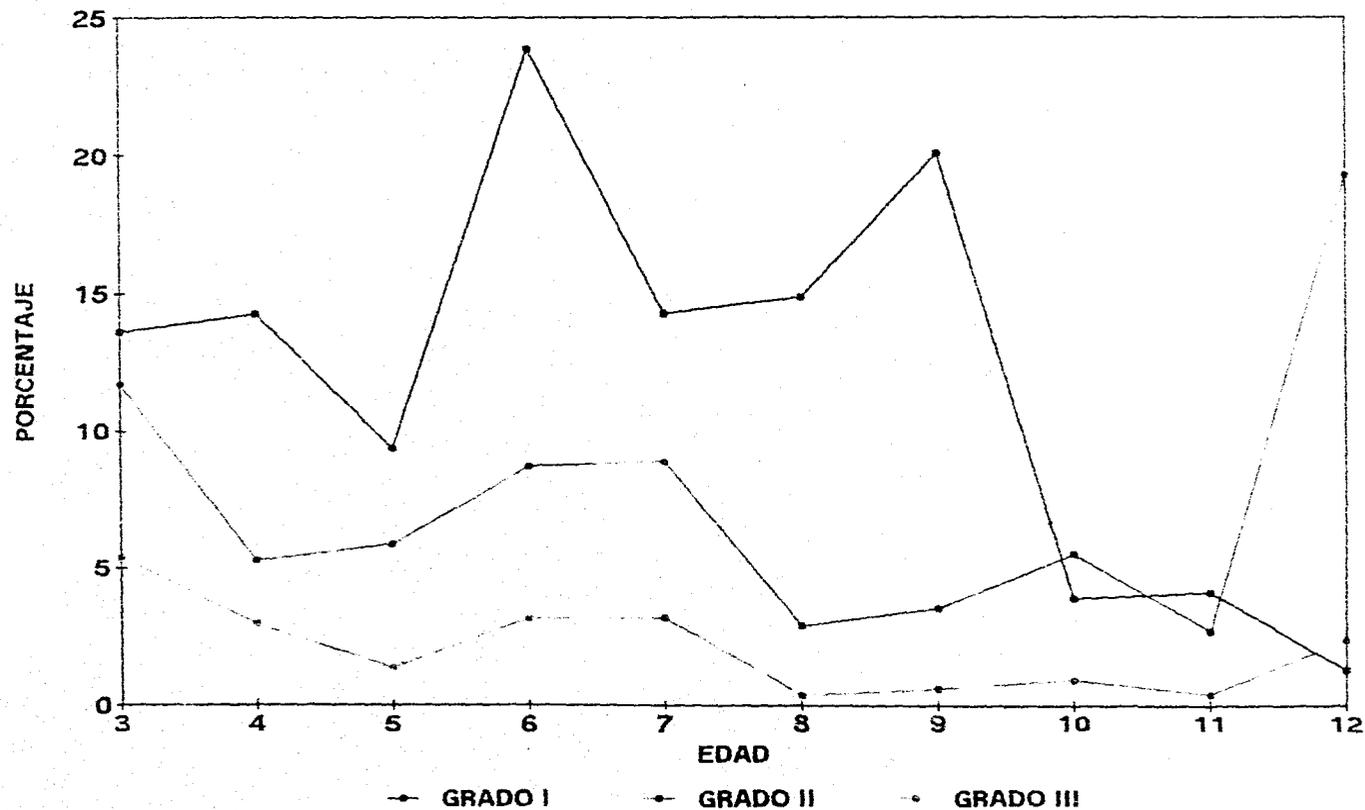
Esto no se observa en la población de 12 años, en donde los porcentajes de pies normales disminuyen y las alteraciones de pie plano aumentan como lo vemos en la tabla de distribución 3. En cuanto a la población masculina la vemos casi comportarse de manera similar, se tomaron 4494 podogramas en donde se reportó (tabla 4) una frecuencia de pie normal de los 3 a 5 años del 70%, donde los grados de pie plano fluctuaron del grado I 16%, grado II con dos varianzas a los 3 años del 16%, a los 4 años del 5.5% y a los 5 años del 19.3%, del grado III del 6% a los 3 años, del 2.0% a los 4 años y del 0% a los 5 años, desglosándose esta población en una ondulación de los 3 a los 4 años y otra variable a los 5 años. A los 6 años los pies normales conforman un 78.1% y los pies planos por grados van del I 10.7%, II del 7.2% y III del 3.9%. Aquí vemos otra ondulación que se vuelve estática de los 7 a los 11 años, donde vemos pies normales del 64 al 85% y por grados de pie plano del 23.5% al grado I, del grado II hasta el 1.5%, en el grado III disminuye progresivamente hasta 1.2%. No sucede así en la población masculina de 12 años en donde el pie normal aumenta hasta un 92.3%, y la deformidad de pie plano grado I de 2.4% disminuye en el grado III hasta el 1.4%.

En la población masculina las ondulaciones de presentación de pie plano y normalidad fueron: la primera de los 3 a 4 años donde se comportaron con marcha más estructurada, en la población de 5 años el pie plano del grado III desapareció, pero en la población de 6 años se incrementó nuevamente y disminuyó el porcentaje de pie plano normal. A los 7 años nuevamente cambia, hasta los 11 años donde la marcha se observa más uniforme, pues la presencia de pie normal no fluctúa y se conservan las deformidades incluso en el grado III de deformidad en 1.5%. Nuevamente en la población de 11 años el grado de frecuencia en el pie normal es de 92.3% disminuyendo en el grado III de pie plano a 1.40%. Así la población masculina y femenina comparada, parece comportarse con un parámetro similar de ondulaciones y varianzas de pie normal y pie plano, sin embargo si observamos ondulaciones discontinuas entre sí sobre edad y tipos de pie plano por edades sucesivas individualmente analizadas.

**PORCENTAJE SEGUN NORMALIDAD Y GRADO DE PIE PLANO EN EL SEXO FEMENINO**

<b>EDAD</b>	<b>NORMALIDAD</b>	<b>GRADO I</b>	<b>GRADO II</b>	<b>GRADO III</b>
<b>3</b>	<b>69.10%</b>	<b>13.60%</b>	<b>11.70%</b>	<b>5.40%</b>
<b>4</b>	<b>77.20%</b>	<b>14.30%</b>	<b>5.30%</b>	<b>3.00%</b>
<b>5</b>	<b>83.10%</b>	<b>94.00%</b>	<b>5.90%</b>	<b>1.40%</b>
<b>6</b>	<b>64.10%</b>	<b>23.90%</b>	<b>8.70%</b>	<b>3.20%</b>
<b>7</b>	<b>73.40%</b>	<b>14.30%</b>	<b>8.90%</b>	<b>3.20%</b>
<b>8</b>	<b>81.60%</b>	<b>14.90%</b>	<b>2.90%</b>	<b>0.40%</b>
<b>9</b>	<b>75.60%</b>	<b>20.10%</b>	<b>3.50%</b>	<b>0.60%</b>
<b>10</b>	<b>89.50%</b>	<b>3.90%</b>	<b>5.50%</b>	<b>0.90%</b>
<b>11</b>	<b>92.50%</b>	<b>4.10%</b>	<b>2.70%</b>	<b>0.40%</b>
<b>12</b>	<b>76.80%</b>	<b>1.30%</b>	<b>19.30%</b>	<b>2.40%</b>

**PORCENTAJE SEGUN GRADO DE PIE PLANO  
SEXO FEMENINO**

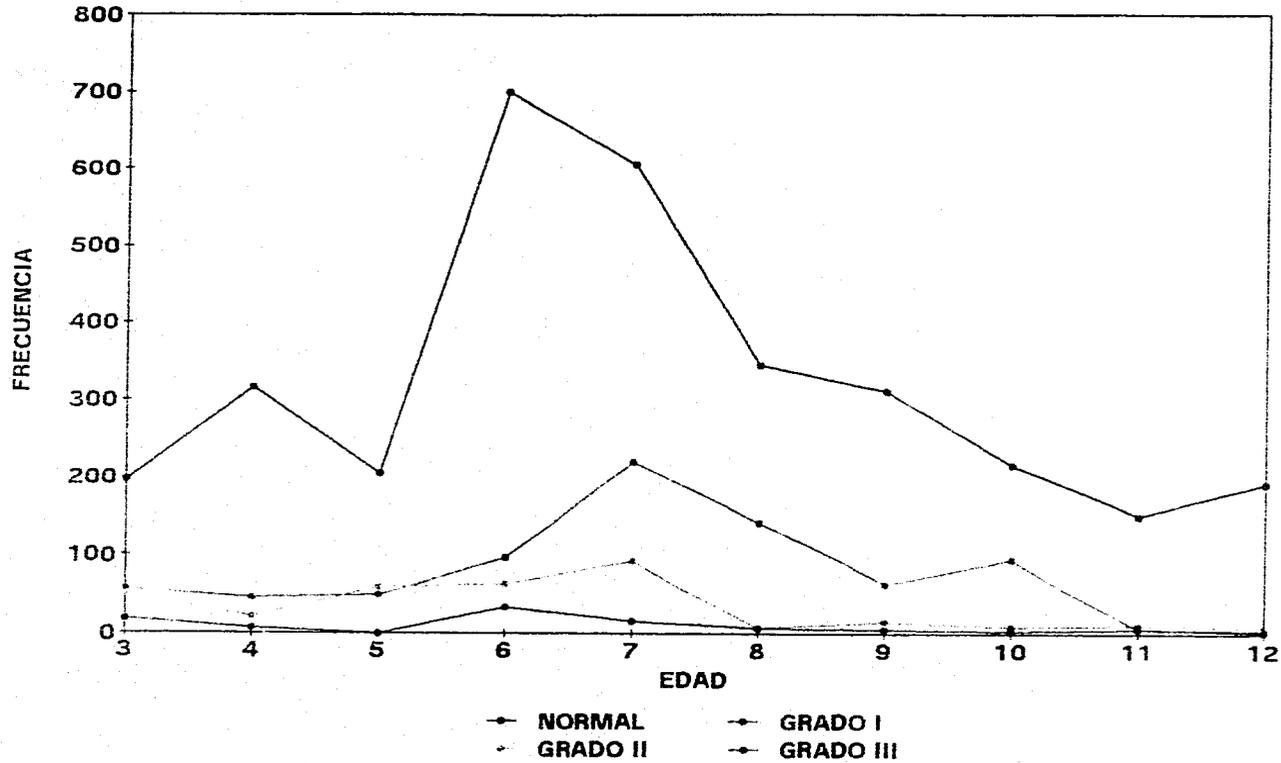


**PORCENTAJE SEGUN NORMALIDAD Y GRADO DE PIE PLANO EN EL  
SEXO MASCULINO**

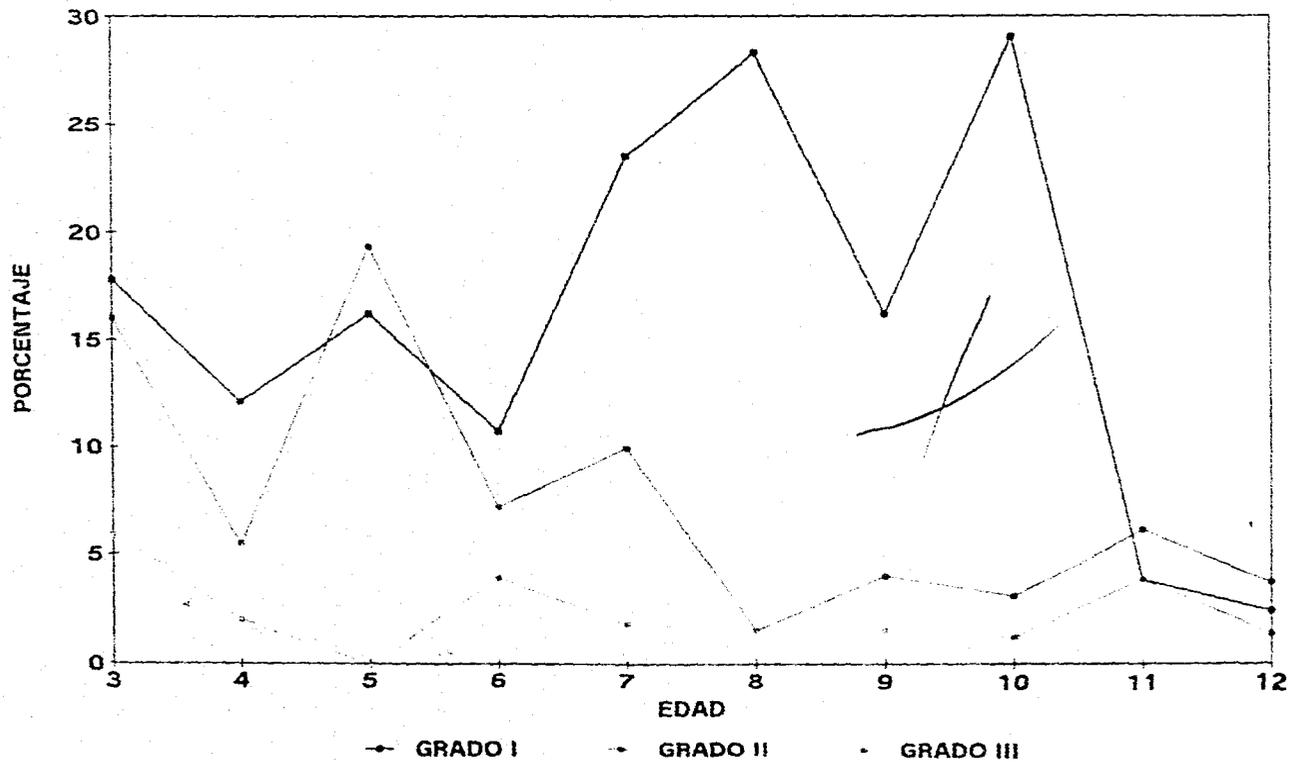
<b>EDAD</b>	<b>NORMALIDAD</b>	<b>GRADO I</b>	<b>GRADO II</b>	<b>GRADO III</b>
<b>3</b>	<b>60.00%</b>	<b>17.80%</b>	<b>16.00%</b>	<b>6.00%</b>
<b>4</b>	<b>80.20%</b>	<b>12.10%</b>	<b>5.50%</b>	<b>2.00%</b>
<b>5</b>	<b>64.30%</b>	<b>16.20%</b>	<b>19.30%</b>	<b>0.00%</b>
<b>6</b>	<b>78.10%</b>	<b>10.70%</b>	<b>7.20%</b>	<b>3.90%</b>
<b>7</b>	<b>64.60%</b>	<b>23.50%</b>	<b>9.90%</b>	<b>1.80%</b>
<b>8</b>	<b>68.50%</b>	<b>28.30%</b>	<b>1.50%</b>	<b>1.50%</b>
<b>9</b>	<b>78.10%</b>	<b>16.20%</b>	<b>4.00%</b>	<b>1.50%</b>
<b>10</b>	<b>66.50%</b>	<b>29.10%</b>	<b>3.06%</b>	<b>1.20%</b>
<b>11</b>	<b>85.80%</b>	<b>3.90%</b>	<b>6.20%</b>	<b>3.90%</b>
<b>12</b>	<b>92.30%</b>	<b>2.40%</b>	<b>3.80%</b>	<b>1.40%</b>

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 CENTRO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

**FRECUENCIA DE NORMALIDAD Y GRADO DE PIE PLANO EN SEXO MASCULINO**



**PORCENTAJE SEGUN GRADO DE PIE PLANO  
SEXO MASCULINO**



**ANGULO DE PROGRESION DEL PIE MAS FRECUENTEMENTE OBSERVADO**

**SEXO MASCULINO**

EDAD	ANGULO DE PROGRESION	
	PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO
3	15°	15°
4	10°	10°
5	10°	10°
6	40°	10°
7	8°	8°
8	8°	8°
9	8°	8°
10	3°	3°
11	3°	3°
12	5°	8°

**ANGULO DE PROGRESION DEL PIE MAS FRECUENTEMENTE OBSERVADO**

**SEXO FEMENINO**

EDAD	ANGULO DE PROGRESION	
	PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO
3	-15°	30°
4	20°	20°
5	10°	10°
6	40°	10°
7	20°	20°
8	8°	8°
9	5°	8°
10	8°	8°
11	3°	3°
12	3°	3°

## GRADOS DE ROTACION INTERNA, MAS FRECUENTEMENTE OBSERVADAS

### SEXO FEMENINO

EDAD	ROTACION INTERNA
3	75°
4	85°
5	45°
6	45°
7	45°
8	55°
9	45°
10	45°
11	45°
12	45°

### SEXO MASCULINO

EDAD	ROTACION INTERNA
3	55°
4	50°
5	45°
6	45°
7	45°
8	45°
9	45°
10	50°
11	40°
12	45°

## GRADOS DE ROTACION EXTERNA, MAS FRECUENTEMENTE OBSERVADAS

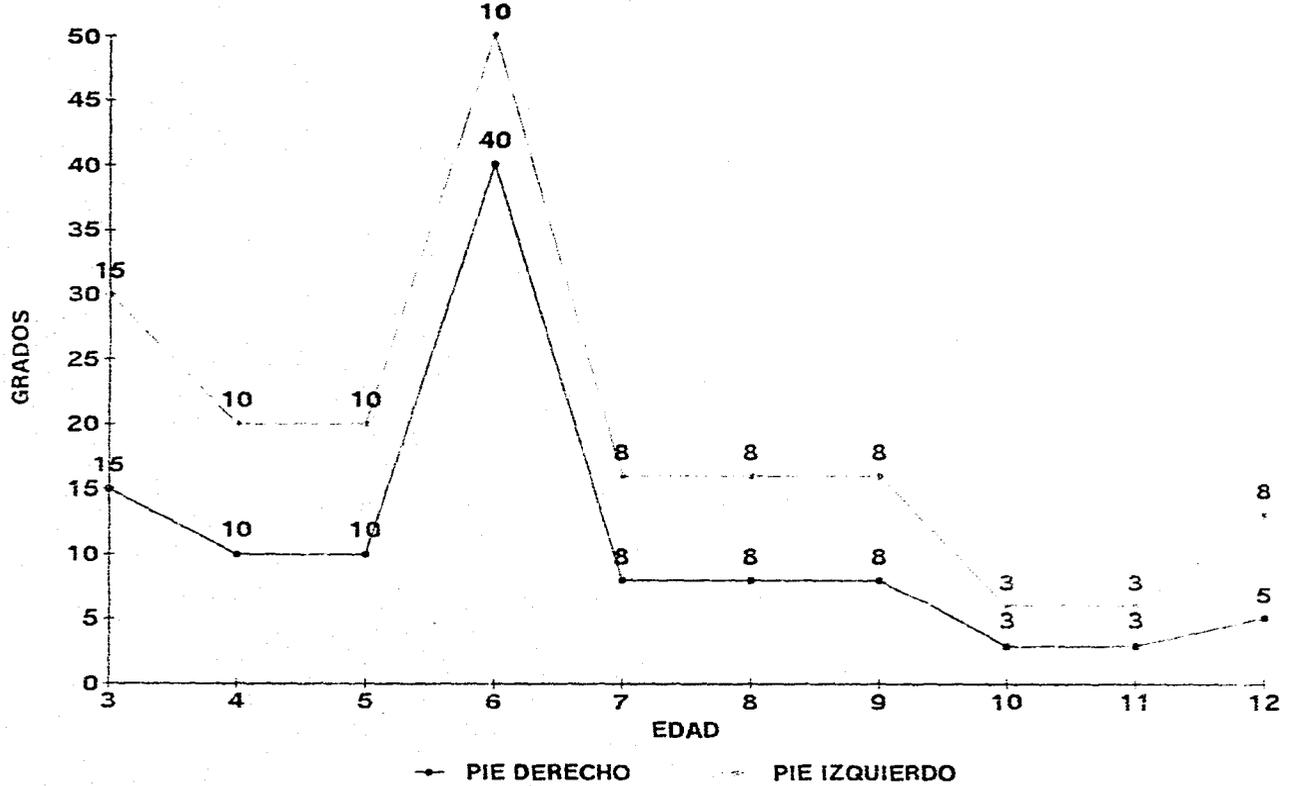
### SEXO FEMENINO

EDAD	ROTACION EXTERNA
3	30°
4	40°
5	40°
6	45°
7	45°
8	40°
9	35°
10	35°
11	30°
12	25°

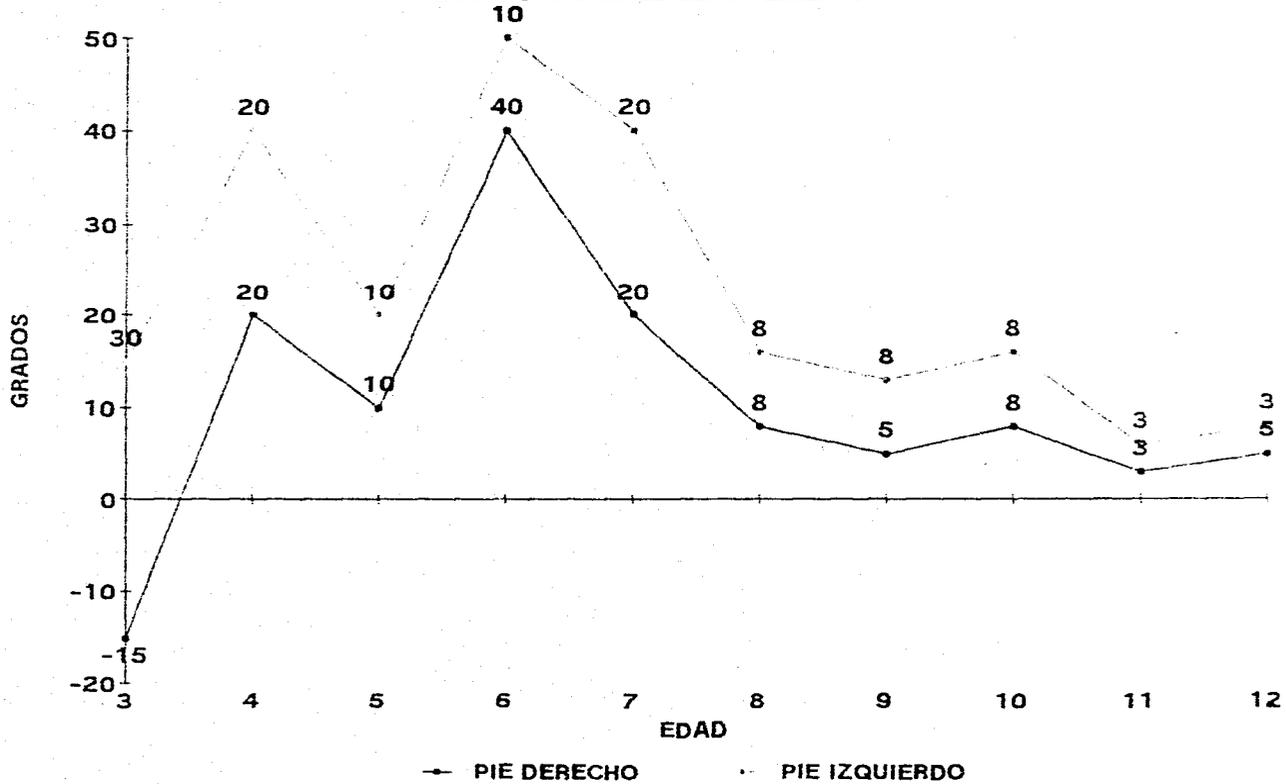
### SEXO MASCULINO

EDAD	ROTACION EXTERNA
3	45°
4	45°
5	40°
6	35°
7	35°
8	45°
9	35°
10	40°
11	40°
12	40°

**ANGULO DE PROGRESION DEL PIE FRECUENTE  
OBSERVADO EN EL SEXO MASCULINO**



**ANGULO DE PROGRESION DEL PIE FRECUENTE  
OBSERVADO EN EL SEXO FEMENINO**



En cuanto al reporte de deformidades angulares, se realizaron 1000 revisiones clínicas. 500 masculinas y 500 femeninas divididas por edades de los 3 a los 12 años. Fueron reportadas en ángulo de progresión del pie por sexo y edades, donde se marcó el ángulo más frecuentemente presentado. La población masculina representada en la tabla 5, demostró que a menor edad el ángulo de progresión del pie es más abierto, observándose que de los 3 a los 5 años la tendencia de presentación es similar, sin embargo a los 6 años observamos que el ángulo aumenta, pero de los 7 a los 9 años se estaciona en 8 grados, y en la población de 10 y 11 años disminuye el ángulo hasta 3 grados, manifestando una varianza nueva a los 12 años de edad, límite de corte de nuestra población. En la población femenina observamos un comportamiento diferente, ya que inicialmente el ángulo de progresión del pie de los 3 a 7 años, tiene variables fluctuantes que tienden a la disminución progresiva de los ángulos en grados que van de los 4 años a 20 grados, 5 a 10 grados, y 6 y 7 años se magnifican de 40 y 20 grados, pero a los 8 años hasta los 12, los ángulos de progresión van disminuyendo hasta llegar a 3 grados para ambos pies. Así las rotaciones externas de los pies fueron más variables en la población femenina. Al medir la rotación interna se reporan en la tabla 6, las más frecuentemente observadas. En el sexo femenino observamos que los grados de rotación disminuyen progresivamente con la edad, reportándose de los 3 a los 12 años una disminución que inicia en los 75 grados hasta estacionarse en 45 grados a partir de los 6 años. En la población masculina de los 3 a los 12 años, la rotación interna es menor desde los 3 años, disminuye a 45 desde los 5 años o a más temprana edad, pero en la tabla 7 observamos una fluctuación única a los 10 años donde la rotación aumenta 10 grados.

El reporte de rotación externa en ambas poblaciones, se comporta de manera totalmente distinta: en la población femenina observamos que a los 3 años inicia con 30 grados, aumenta a 40 grados de rotación externa de los 4 a los 5 años, aumenta a los 6 años y a los 8 vuelve a disminuir 10 grados, a los 9 años disminuye a 35 grados, a los 11 años a los 30 grados y a los 12 años a 25 grados de rotación externa. En la población masculina de los 3 a 4 años es de 45 grados, a los 5 años de 40 grados, 6 a 7 años presenta 35 grados, a los 8 años aumenta a 45 grados, a los 9 años disminuye a los 35 grados y de los 10 a los 12 años se comporta de manera similar estacionándose en 40 grados de rotación externa. Si comparamos ambas poblaciones la rotación externa en la población femenina disminuye hasta 25 grados y en la masculina llega a 40 grados.

Consultar gráficas de distribución por frecuencias de rotación interna y externa comparando ambos sexos.

#### IV. DISCUSION.

De acuerdo al análisis estadístico, inferimos que la marcha estructurada tiene una función que se amolda a un patrón morfológico, donde la estructura ósea se puede deformar por la acción muscular. Nosotros observamos en nuestra población femenina, cuatro variaciones estructurales de pie y por ende de marcha, que no corresponden a la marcha estructurada de Kaphandji, el cual menciona que toda marcha ya estructurada a

partir de los 3 años el pie plano o normal no debe involucionar si es normal a pie plano, y si es plano a pie normal por sí mismo.

Esto no sucede en esta población pues de los 6 a los 7 años el pie estructurado se presenta con menos del 60% y se incluyen variables de pie plano hasta el grado III por arriba del 2%. De los 8 a los 11 años la población parece estacionaria manteniendo un nivel de normalidad de 80%, y a los 12 años este patrón se rompe y presenta más anormalidad y varianza en pie plano por grados (tabla 3). En la población masculina se observaron datos similares sólo que por su estructura anatómica y otras variables que no se midieron en este estudio, las ondulaciones fueron a los 5-6 años, 7-8 y se estructuraron en los 9 a 11 años, pero volvieron a presentarse a los 12 años. Lo mismo sucede en las variaciones de ángulos de progresión y de rotación de caderas, donde se presentan distintos en ambos sexos pero tienden a estructurarse en sexo-edad.

Esto nos lleva a pensar que lo encontrado en el presente estudio se contrapone a los estudios estructurales de marcha, pero apoya la teoría de Viladot y las aseveraciones de Valente Valenti, en donde mencionan que las varianzas de estructura repercuten en el pie y éste puede deformarse o amoldarse a las variables externas y a las características del clima, costumbres y población en donde se mide. El pie, la marcha, y la angulación de los miembros inferiores no pueden codificarse en un solo patrón, el pie normal o plano puede reestructurarse en forma independiente a los ángulos de alineación de todo el miembro inferior. Si bien es cierto que un pie plano se puede estructurar plano, también un pie plano puede cambiar su morfología basado en la locomoción propia sin inferir en su estructura de alineación.

## V. CONCLUSIONES

De todo lo anterior podemos concluir que no existen parámetros protocolizados, para creer que el pie se estructura con la marcha a los 3 años y que el miembro inferior no modifica su angulación, una vez que el niño ya salta y se desplaza con facilidad. A lo largo del desarrollo ontogenético humano, diversas variables en su entorno (calzado, suciedad, terreno), pueden modificar su estructura filogenética sin amoldarse a los principios biomecánicos de marcha condicionándole un pie normal o un pie plano en una etapa de su desarrollo, modificándose nuevamente en otra etapa.

Quizá esto nos previene para pensar que la estratificación de la marcha variabiliza la estructura del pie, y éste por sí mismo puede recuperarse o adaptarse a las condiciones del terreno o de la sociedad que pisa, siempre que su estructura confiera una morfología normal. Suponemos que no debemos modificar la estructura de un pie si no conocemos su entorno, o si no hemos investigado si su estructura presenta modificaciones morfológicas de otro origen.

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. Viladot Antonio. Surgical treatment of the child's flatfoot. *Clinical Orthopedic and related research*. Num. 283, Octubre. 1992.
2. P. Germain, M. Damay. Technic of tibial tropometry. The classic. *Clinical Orthopedic and related research*. Num. 302. 1994. pp 4-10
3. Viladot Antonio. La marcha humana. *Revista de ortopedia y traumatología*. 341B. 1990. pp. 99-108
4. Guy Fabry. Normal and anormal torsional development in children. *Clinical Orthopedic and related research*. Num 302 1994. pp. 22-26
5. Valenti Valente. *Ortesis de pie*. Barcelona. Panamericana. 1988.
6. Viladot Antonio. The subtalar joint. Embriology and Morfology. *Foot ankle* 5:54 1984.
7. Kobylansky. Femoral and tibial torsion. A correlation estudy in dry bones. *Int Orthop*. 3: 145. 1979
8. Bastos Mora. *Cirugia de la Parálisis*. Aportaciones de Leonardo Da Vinci al enocimiento del cuerpo humano. *Medicina e historia*. XVI y XVII. Barcelona. 1965.
9. King Thomas. *Deformidades angulares de miembros inferiores*. *Clinicas de Norteamérica de Ortopedia*. 212. 1993 pp. 155.

VoBo ASESOR DE TESIS

DR ALEJANDRO RODRIGUEZ TREJO.